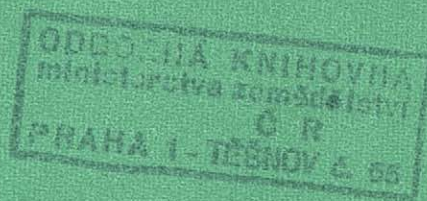


VĚDECKÝ ČASOPIS



ROSTLINNÁ VÝROBA

1

ROČNÍK 38
PRAHA
LEDEN 1992
ROVYAM 38 (1)
1-112
CS ISSN 0370-663X

AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD ČSFR
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Rídí redakčná rada: Doc. ing. Josef Šimon, CSc. (predseda), doc. ing. Pavol Bajčí, CSc., ing. Helena Donátová, CSc., prof. ing. Václav Fric, DrSc., ing. Jozef Habovštiak, CSc., ing. Alois Chalupa, CSc., prof. ing. Vladimír Krajčovič, prof. ing. Lubomír Minx, DrSc., ing. Timotej Miština, CSc., doc. RNDr. Jan Novák, DrSc., ing. Josef Pařízek, ing. Jaromír Procházka, CSc., prof. ing. Stanislav Procházka, DrSc., ing. Vlastimil Rasocha, CSc., prof. ing. Jozef Repka, DrSc., doc. ing. Miron Suškevič, DrSc., RNDr. Vladimír Škrdleta, CSc., prof. ing. Václav Vaněk, DrSc., ing. Marie Vánová, CSc., ing. Jaroslav Voškeruša, CSc., doc. ing. František Vrkoč, DrSc.

Vedoucí redaktorka: RNDr. Eva Stříbrná

OBSAH

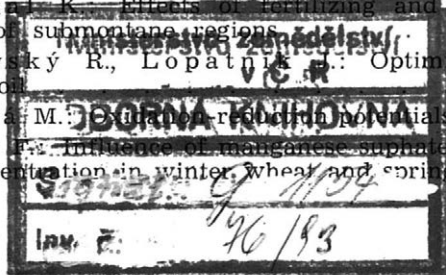
Lacko-Bartošová M.: Obrábanie nivnej ťažkej pôdy a zmeny jej fyzikálnych vlastností	1
Haken D.: Působení vápenatých hnojiv na kyselých zeminách z lučních stanovišť	9
Voplakal K.: Účinek hnojení a vápnění na přeměny fosforu v půdách podhorských oblastí	21
Bujnovský R., Lopatník J.: Optimalizácia obsahu prístupného fosforu v pôde	31
Králová M.: Měření oxidačně redukčních potenciálů v půdě	39
Zelený F.: Vliv foliární aplikace síranu manganatého na produkci zrna a obsah manganu v znu ozimé pšenice a jarního ječmene	47
Zapletalová I.: Variabilita a korelace semenářských znaků u odrůd jetele plazivého	57
Jamriška P.: Reakcia vybraných odrôd lucerny na spôsob založenia porastu	63
Hrušková H.: Vnitřní narušení semene a klíčivost osiva vojtěšky	73
Kvítek T.: Variabilita výměnné půdní reakce pod trvalými travními porosty	81
Truksa J.: Reakcia hybridov kukurice na mimovegetačné a vegetačné zrážky pri rôznych hustotách porastu	89
Hlušek J., Richter R.: Koncentrace makroživin v bramborách při pěstování na kontaminované půdě těžkými kovy po aplikaci půdních zlepšovaců	97
Svoboda P.: Explantátové kultury chmele	107

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

Serbák M.: K 30. výročí založení Výzkumného ústavu kukurice v Trnave	20
--	----

CONTENTS

Lacko-Bartošová M.: Cultivation of alluvial heavy-textured soil and changes in its physical properties	1
Haken D.: The effect of calcareous fertilizers on acid earths from grasslands	9
Voplakal K.: Effects of fertilizing and liming on conversion of phosphorus in soils of submontane regions	21
Bujnovský R., Lopatník J.: Optimization of available phosphorus content in soil	31
Králová M.: Redox potentials in soil	39
Zelený F.: Influence of manganese sulphate foliar application on yield and manganese concentration in winter wheat and spring barley grains	47



OBRÁBANIE NIVNEJ ŤAŽKEJ PŮDY A ZMENY JEJ FYZIKÁLNYCH VLASTNOSTÍ

Magdaléna Lacko-Bartošová

Vysoká škola poľnohospodárska, 949 76 Nitra

Cieľom poľných pokusov založených na nivnej slaboglejovej, až glejovej ílovitohlinitej až ílovitej pôde v rokoch 1986 až 1989 bola optimalizácia obrábania pôdy po predplodine hrach na zrno z hľadiska pôdneho prostredia, najmä fyzikálneho stavu osivového lôžka, s ohľadom na priaznivý rast a vývoj ozimnej pšenice Košútka. Obrábacie zásahy (orba do hĺbky 0,20 až 0,22 m v dvoch termínoch, tanierovanie do hĺbky 0,10 až 0,12 m v troch termínoch a sejba do neobrobenej pôdy) významne ovplyvnili objemovú hmotnosť, pórovitosť a minimálnu vzdušnú kapacitu. Negatívny vplyv malo tanierovanie, najmä v skorších termínoch, kde sa objemová hmotnosť zvýšila až nad kritickú hranicu (nad $1,40 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) a minimálna vzdušná kapacita klesla pod 10 %. Sejba do neobrobenej pôdy neovplyvnila negatívne fyzikálny stav pôdy. Priebeh zmien hodnotených vlastností pôdy do hĺbky 0,30 m nebol obrábaním pôdy ovplyvnený. Fyzikálne vlastnosti pôdy podliehali zmenám vplyvom ročníka.

V súčasných podmienkach intenzívneho poľnohospodárstva, ktoré sa vyznačuje pestovaním výkonných odrôd, náročných na vysoký stupeň agrotechniky, výživy, chemickej ochrany a mechanizácie, sa fyzikálne vlastnosti pôdy stali faktorom, ktorý významnou, často rozhodujúcou mierou, ovplyvňuje výšku a kvalitu dosahovaných úrod. Na rozsiahlych plochách orných pôd sa však fyzikálne vlastnosti zhoršujú ako dôsledok dlhodobého vplyvu jednostranných intenzifikačných opatrení, uplatňovaných bez kompenzačných väzieb.

Intenzívne minerálne hnojenie nekompenzované organickým hnojením, nedodržiavanie zásad striedania plodín a vysoký tlak poľnohospodárskej techniky na pôdu spôsobili postupné narušenie štruktúry ornice a zhutnenie podorníčia. To sa odzrkadľuje v znižovaní úrodnosti pôdy a v stagnácii úrod, predovšetkým plodín náročných na dobrý fyzikálny stav pôdy a na dobré hospodárenie pôdy s vodou.

MATERIÁL A METÓDA

Cieľom pokusu bola optimalizácia obrábania pôdy po hrachu z hľadiska zabezpečenia požadovaného fyzikálneho stavu pôdy, najmä lôžka pre osivo, s ohľadom na priaznivý rast, vývoj rastlín a úrodu zrna ozimnej pšenice Košútka.

Úloha sa riešila v poľných pokusoch na pokusnej báze Katedry poľnohospodárskych sústav VŠP v blízkosti Nitry (EPAX) v rokoch 1986 až 1989. Varianty obrábania pôdy sú uvedené v tab. I. Hnojenie sa

Predplodina ¹	Variant ²	Obrábanie pôdy ³	Termín ⁴
Hrach na zrno ⁵	A	orba do hĺbky ⁶ 0,20—0,22 m	hneď po zbere predplodiny ⁹
	B	tanierovanie ⁷ do 0,10—0,12 m	hneď po zbere predplodiny
	C	tanierovanie do 0,10—0,12 m	najskôr 2—3 týždne po zbere predplodiny, najneskôr 4 týždne pred termínom sejby ¹⁰
	D	orba do hĺbky 0,20—0,22 m	ako na variante C ¹¹
	E	tanierovanie do 0,10—0,12 m	tesne pred sejbou ¹²
	F	sejba do neobrobenej pôdy ⁸ + Gramoxone	

¹forecrop, ²variant, ³soil cultivation, ⁴date, ⁵grain pea, ⁶ploughing to depth, ⁷disking, ⁸sowing to uncultivated soil, ⁹immediately after harvest of forecrop, ¹⁰earliest 2—3 weeks after harvest of forecrop, at least by 4 weeks before sowing date, ¹¹as in variant C, ¹²close to sowing

uskutočnilo na základe rozboru pôdy s doplnením hladiny prístupných živín na pomer N : P : K = 1,00 : 0,20 : 0,79 pri 160 kg N . ha⁻¹.

Po orbe sa oráčina ošetrila kotúčovým valcom. K sejbe bola pôda pripravená tak, aby lôžko pre osivo malo 48 až 52% pórovitosť a 60 až 80 mm kyprá vrstva pôdy nad lôžkom bola čo najmenej hrudovitá. Zo základných fyzikálnych vlastností sa zisťovala objemová hmotnosť redukovaná, celková pórovitosť v percentách objemových, maximálna kapilárna vodná kapacita, minimálny obsah vzduchu a ďalšie v termínoch: pred orbou, po sejbe, po prezimovaní, pri plnom klasení a pri zbere, v štyroch opakovaníach a troch hĺbkach. Fyzikálny stav pôdy sa zisťoval pomocou fyzikálnych valčekov (100 cm³) gravimetrickou metódou. Experimentálne výsledky hodnotíme analýzou rozptylu.

Pokusy boli založené na nivnej, slabo glejovej až glejovej pôde, z hľadiska zrnitostného zloženia ílovito-hlinitej až ílovitej. Pôdna reakcia bola slabo kyslá až neutrálna.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Z vyhodnotenia experimentálnych výsledkov pomocou analýzy rozptylu vyplýva, že zo sledovaných faktorov premenlivosti sa signifikantne na variabilite objemovej hmotnosti podieľali varianty obrábania pôdy, hĺbky odberov aj roky (tab. II). Po predplodine hrach na zrno pri pestovaní ozimnej pšenice Košútka sa v rámci sledovaných variantov obrábania pôdy pohybovala objemová hmotnosť v rozpätí od 1,36 g . cm⁻³ (variant A) do 1,45 g . cm⁻³ (variant C). Najnižšia objemová hmotnosť bola na variantoch A (orba do 0,20 až 0,22 m) a F (sejba do neobrobenej pôdy), najvyššia na variantoch C, B (tanierovanie do hĺbky 0,10 až 0,12 m v odlišných termínoch). Získané poznatky vplyvu sejby do neobrobenej pôdy na pôdne prostredie sú z hľadiska rôznych pôdno-klimatických podmienok odlišné. Suškevič (1982) uvádza, že na černozemných stredne ťažkých pôdach sa hodnoty fyzikálnych vlast-

1. Objemová hmotnosť redukovaná —
— Reduced bulk density

Vysvetlivky k obr. 1 až 3 — Explanations
to Figs 1 to 3:

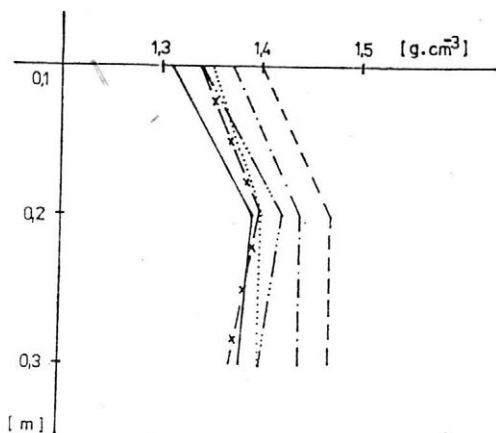
plodina: ozimná pšenica — crop: winter
wheat

predplodina: hrach na zrno — forecrop:
pea for grain

pokusné roky: 1986 až 1989 — trial years
1986 to 1989

Variant (viz tab. I) — Variant (see Tab.
I);

A ———	D ·····
B - - -	E - - -
C - - -	F - x -



ností pôdy vo väčšine prípadov pri minimálnom obrábaní pôdy a sejbe do neobrobenej pôdy len málo odlišujú od hodnôt stanovených pri oranej pôde, alebo zostávajú v rozpätí, ktoré zabezpečuje rovnaký, prípadne aj lepší rast rastlín. Viacerí autori vo Veľkej Británii (Pidgeon, Soane, 1977; Ellis a kol., 1979; Cannell a kol. 1980) pozorovali, že priamou sejbou zrnín sa zvyšovala objemová hmotnosť do hĺbky 0,00 až 0,15 m. Vieira (1981) zistil po priamej sejbou vyššiu objemovú hmotnosť a mierne nižšiu celkovú pórovitosť. Fyzikálne vlastnosti neboli ovplyvnené do väčšej hĺbky ako 0,15 m. Sú dôkazy, že niekoľkonásobná priama sejba zlepšuje vlastnosti pôdy, ktorá nie je tak náchylná na utlačanie (Phillips, Phillips, 1984).

Z uvedeného vyplýva, že zo sledovaných variantov obrábania pôdy zvyšovalo objemovú hmotnosť tanierovanie do hĺbky 0,10 až 0,12 m, predovšetkým v skorších termínoch v porovnaní so stredne hlbokou orbou a sejbou do neobrobenej pôdy.

Fyzikálne vlastnosti pôdy sa hodnotili do hĺbky 0,30 m v troch vrstvách po 0,10 m. V povrchovej vrstve bola na všetkých variantoch signifikantne nižšia objemová hmotnosť v porovnaní s vrstvami 0,15 až 0,20 m a 0,25 až 0,30 m.

Z grafického hodnotenia objemovej hmotnosti (obr. 1) do hĺbky 0,30 m je evidentný rovnaký priebeh zmien na všetkých variantoch obrábania pôdy, t. zn. pokles objemovej hmotnosti do hĺbky 0,20 m. V hĺbke 0,20 až 0,30 m sú diferencie nepatrné. Stredne hlboké obrábanie pôdy (varianty A, D) neovplyvnilo zníženie objemovej hmotnosti v hĺbke 0,20 m, tak ako to konštatujeme v našich predchádzajúcich prácach na hnedozemnej, hlinitej pôde (Lacko-Bartošová, 1990).

Čo sa týka hodnotených rokov, boli pozorované štatisticky významné diferencie, keď v roku 1987—1988 bola objemová hmotnosť významne nižšia v porovnaní s ostatnými dvomi. Bedrna a kol. (1989) publikovali, že pre ťažké pôdy sú charakteristické veľké objemové zmeny ako dôsledok vyššieho zastúpenia aktívneho ílu so silno expandovateľnou mriežkou ílových minerálov. Hodnotenie objemových zmien na týchto pôdach si preto vyžaduje podrobné poznanie vzájomných vzťahov íl — voda.

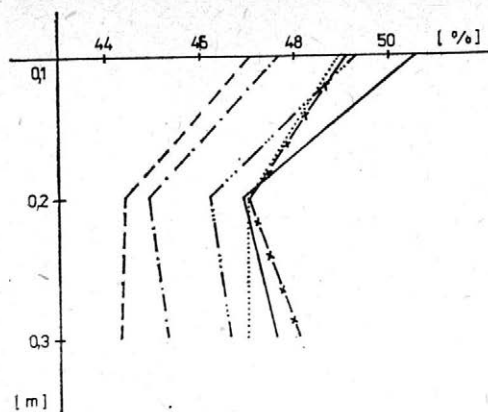
II. Základné fyzikálne vlastnosti pôdy — Basic physical properties of soil

Pred- plodina ¹	Variant ²	Hĺbka ³ (m)	Objemová hmotnosť ⁴ (g·cm ⁻³)				Pórovitosť ⁵ (%)				Minimálna vzdušná kapacita ⁶ (%)			
			1986 — — 1987	1987 — — 1988	1988 — — 1989	$\bar{x}$	1986 — — 1987	1987 — — 1988	1988 — — 1989	$\bar{x}$	1986 — — 1987	1987 — — 1988	1988 — — 1989	$\bar{x}$
Hrachi na zno ⁷	A	0,05—0,10	1,37	1,26	1,31	1,31	48,9	52,5	50,4	50,6	13,8	15,8	11,3	13,9
		0,15—0,20	1,45	1,34	1,39	1,39	45,1	48,8	46,9	46,9	10,3	11,0	7,2	9,4
		0,25—0,30	1,47	1,30	1,38	1,38	44,8	50,6	47,6	47,6	9,7	12,1	8,6	10,4
		$\bar{x}$	1,43	1,30	1,36	1,36	46,3	50,6	48,3	48,3	11,2	13,0	9,0	11,2
	B	0,05—0,10	1,39	1,32	1,42	1,37	47,6	49,8	45,7	47,7	14,0	8,9	6,8	9,9
		0,15—0,20	1,53	1,31	1,50	1,44	42,4	50,0	42,3	44,9	10,2	9,5	5,7	8,5
		0,25—0,30	1,53	1,33	1,45	1,44	42,3	49,2	44,4	45,3	9,3	9,4	6,4	8,4
		$\bar{x}$	1,48	1,32	1,46	1,42	44,1	49,6	44,1	45,9	11,2	9,2	6,4	8,9
	C	0,05—0,10	1,43	1,32	1,45	1,40	46,2	50,0	45,1	47,1	13,1	14,9	8,0	12,2
		0,15—0,20	1,52	1,41	1,49	1,47	42,8	46,7	42,9	44,4	10,9	8,1	5,4	7,6
		0,25—0,30	1,50	1,39	1,52	1,47	43,2	47,4	42,3	44,3	9,5	9,1	4,5	7,7
		$\bar{x}$	1,48	1,37	1,49	1,45	44,1	48,0	43,7	45,2	11,2	10,7	5,9	9,2
	D	0,05—0,10	1,40	1,28	1,38	1,35	47,3	51,7	48,0	49,0	13,7	13,4	7,8	11,6
		0,15—0,20	1,49	1,29	1,43	1,40	44,0	51,3	45,9	47,0	10,7	13,4	5,8	10,0
		0,25—0,30	1,48	1,24	1,48	1,40	43,2	53,3	44,6	47,0	9,9	14,7	6,8	10,5
		$\bar{x}$	1,46	1,27	1,43	1,38	44,8	52,1	46,1	47,6	11,4	13,8	6,8	10,7

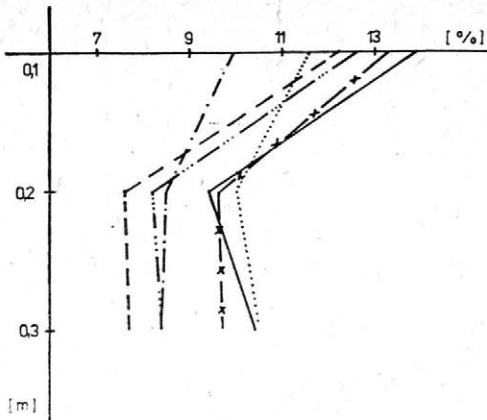
E	0,05—0,10	1,41	1,23	1,37	1,34	46,8	53,3	47,8	49,3	14,1	14,2	9,6	12,6
	0,15—0,20	1,47	1,34	1,45	1,42	44,8	49,0	45,0	46,2	9,4	10,1	5,0	8,2
	0,25—0,30	1,45	1,33	1,43	1,40	45,3	49,1	45,5	46,6	9,5	9,6	6,2	8,4
	$\bar{x}$	1,44	1,30	1,42	1,39	45,7	50,4	46,1	47,3	11,0	11,3	6,9	9,7
F	0,05—0,10	1,39	1,26	1,36	1,34	47,5	51,7	48,1	49,1	14,4	12,6	9,4	13,3
	0,15—0,20	1,46	1,32	1,43	1,40	45,0	50,1	46,0	47,0	10,4	11,8	6,7	9,6
	0,25—0,30	1,45	1,25	1,43	1,37	45,1	53,1	46,3	48,1	10,1	12,1	6,7	9,7
	$\bar{x}$	1,43	1,28	1,41	1,37	45,9	51,6	46,8	48,8	11,6	12,1	7,6	10,9

T - test ⁸	varianty ⁹	$d_{0,05} = 0,04$	varianty	$d_{0,05} = 1,74$	varianty	$d_{0,05} = 2,10$
		$d_{0,01} = 0,05$		$d_{0,01} = 2,12$		$d_{0,01} = 2,56$
	roky ¹⁰	$d_{0,05} = 0,04$	roky	$d_{0,05} = 1,60$	roky	$d_{0,05} = 1,84$
		$d_{0,01} = 0,05$		$d_{0,01} = 2,03$		$d_{0,01} = 2,35$
	hlbky ¹¹	$d_{0,05} = 0,03$	hlbky	$d_{0,05} = 1,00$	hlbky	$d_{0,05} = 1,21$
		$d_{0,01} = 0,03$		$d_{0,01} = 1,27$		$d_{0,01} = 1,54$

¹forecrop, ²variant, ³depth, ⁴bulk density, ⁵porosity, ⁶minimum air capacity, ⁷pea for grain, ⁸test, ⁹variants, ¹⁰years, ¹¹depths



2. Pórovitosť pôdy — Soil porosity



3. Minimálna vzdušná kapacita — Minimum air capacity

V súvislosti so zmenami objemovej hmotnosti prebiehajú tiež zmeny ďalších fyzikálnych vlastností pôdy, a to pórovitosti a minimálnej vzdušnej kapacity.

Intenzita obrábania pôdy spôsobila štatisticky významné zmeny pórovitosti pôdy, ktorej hodnoty sa pohybovali v rozpätí od 45,3 % (variant C) do 48,4 % (variant A). Najnižšie hodnoty sa zaznamenali na variantoch C a B (45,3 a 45,9 %). Varianty D, E boli svojimi hodnotami pórovitosti intermediárne. Suškevič (1982) uvádza, že minimalizácia obrábania pôdy redukuje pórovitosť o 1,5 až 4,0 %, pričom toto zníženie ide na úkor pórov nekapilárnych, nakoľko maximálna kapilárna kapacita je pri uvedenej technológii rovnaká alebo vyššia ako pri bežnej orbe. Ouwerkkerk, Boone (1970) vysvetľujú vyššiu infiltráciu schopnosť bezorbových variantov zmenou distribúcie pôdnych pórov v zmysle prevahy jemných pórov, lepšou kontinuitou pórov, vyššou aktivitou a početnosťou pôdnej fauny, čo prispieva k priaznivejšiemu pohybu vody a vzduchu v pôdnom profile.

Zo zistených údajov vyplýva, že sejba ozimnej pšenice do neobrobenej pôdy neredukovala pórovitosť, avšak prejavil sa nepriaznivý vplyv tanierovania, predovšetkým v skorších termínoch, pri ktorom sa pórovitosť znížila o 3 % v porovnaní s klasickou orbou. V sledovaných pôdnych vrstvách boli potvrdené preukazné rozdiely, a síce medzi povrchovou vrstvou a vrstvami 0,2 a 0,3 m (pórovitosť 46,1 a 46,5 %). Priebeh zmien pórovitosti pôdy do hĺbky 0,30 m znázorňuje obr. 2.

Zmeny minimálnej vzdušnej kapacity (MVK) vyplývajú z celkovej pórovitosti pôdy a maximálnej kapilárnej vodnej kapacity. Vplyv intenzity obrábania pôdy bol vysoko významný ako v jednotlivých pôdnych vrstvách, tak aj v rokoch. Na všetkých tanierovaných variantoch bola MVK v priemere pod 10 %, s najnižšou hodnotou na variante B (8,9 %). Stredne hlboká orba a sejba do neobrobenej pôdy priaznivo ovplyvnili nekapilárnu pórovitosť, najvyššia MVK bola na variante s klasickou orbou (varianta A), t. j. 11,2 %. V hodnotenom pôdnom profile je najvyššia MVK vo vrstve 0,10 m (12,2 %), vo vrstvách 0,20 a 0,30 m klesá pod 10 %. Graficky vyjadruje zmeny MVK do hĺbky 0,30 m obr. 3. Zo

zistených údajov vyplýva pomerne vysoký vplyv ročníka, keď v roku 1988 až 1989 bola MVK v priemere len 7,1 %.

Ako dokumentujú experimentálne výsledky, obrábacie zásahy vysoko významne ovplyvnili hodnotné fyzikálne vlastnosti pôdy. Taniearovanie nivnej, slaboglejovej až glejovej ťažkej pôdy zvyšovalo objemovú hmotnosť až nad hranicu kritickej objemovej hmotnosti (nad 1,40 g . cm⁻³), znížilo pórovitosť pôdy a MVK klesla pod 10 %. Priebeh zmien fyzikálnych vlastností v pôdnom profile do 0,30 m neovplyvnila hĺbka a intenzita obrábania pôdy. Fyzikálne vlastnosti daného pôdneho druhu a typu podliehali výrazným zmenám vplyvom ročníka.

Literatúra

- BEDRNA, Z. a kol.: Pôdne režimy. Bratislava, Veda 1989.
CANNEL, R. Q. a kol.: The growth and yield of winter cereals after direct drilling, shallow excavation and ploughing on non — calcareous clay soils, 1974—1978, J. agric. Sci. (Cambridge), 94, 1980, s. 345-359.
ELLIS, F. B. a kol.: Comparison of direct drilling, reduced cultivation and ploughing on the growth of cereals. 3. Winter wheat and spring barley on a calcareous clay. J. agric. Sci. (Cambridge), 93, 1979, s. 391-401.
LACKO-BARTOŠOVÁ, M.: Zmeny fyzikálnych vlastností pôdy vplyvom obrábania pri pestovaní ozimnej pšenice. Rostl. Výr., 36, 1990, č. 2, s. 131-138.
PIDGEON, J. D. — SOANE, B. D.: Effects of tillage and direct drilling on soil properties during the growing season in a long-term barley mono-culture system. J. agric. Sci. (Cambridge), 88, 1977, s. 431-442.
PHILLIPS, R. E. — PHILLIPS, S. H.: No-tillage agriculture. Principles and practices. New York, Nostr. Reinhold Comp. 1984.
SUŠKEVIČ, M.: Fyzikální vlastnosti půdy. Úroda, 1982, č. 1, s. 27-28.
OUWERKERK C. van — BOONE, F. R.: Soil-physical aspects of zero-tillage experiments. Netherl. J. agric. Sci., 18, 1970, s. 247-261.
VIEIRA, M. J.: Plantio directo no estado do Paraná. In: Circular IAPAR Londrina-Paraná, Fund. Inst. Agron. 1981, č. 23, s. 19-32.

Došlo 29. 10. 1990

M. LACKO-BARTOŠOVÁ (University of Agriculture, Nitra):

Cultivation of alluvial heavy-textured soil and changes in its physical properties.

Rostl. Výr., 38, 1992 (1) : 1-8.

Field trials were established on alluvial slightly gleyey to gleyey, loamy clay soil to loamy soil in 1986—1989. They were aimed at optimizing the soil cultivation for winter wheat after forecrop grain pea. Physical state of seeding bed was studied with respect to favourable growth and development of Košútka winter wheat. Fertilizing was done on the basis of soil analysis with added available nutrients to the ratio N : P : K = 1.0 : 0.20 : 0.79 at 160 kg per ha. Soil cultivation treatments are given in Tab. I. Tab. II displays the evaluation of experimental results by means of analysis of variance.

Soil treatments, depth of tillage, depths of samplings, and years shared significantly in bulk density variability. The bulk density ranged from 1.36 g per cm³ to 1.45 g per cm³ within the soil cultivation treatments under study. This value was the lowest in the treatment A (ploughing to a depth of 0.20 to 0.22 m) and F (sowing to uncultivated soil).

The bulk density was higher with disking to a depth of 0.10 to 0.12 m, especially in early dates in comparison with ploughing to medium depth and sowing to uncultivated soil. The changes in bulk density are associated with the changes in other physical properties of soil, that is porosity and minimum air capacity. Soil cultivation affected significantly the porosity which ranged from 45.3 % (treatment C) to 48.4 % (treatment A). Sowing to uncultivated soil did not reduced po-

rosity. Adverse effect of disking was manifested, especially in earlier dates when the porosity decreased by 3 % in comparison with classical ploughing.

Changes in maximum air capacity (MVK) result from total soil porosity and maximum capillary capacity. In all variants with disking, the minimum air capacity was below 10 % on an average with the lowest value in the treatment B (8.9 %). Medium deep ploughing and sowing to uncultivated soil influenced favourably non-capillary porosity when the minimum air capacity was the highest in the variant with classical ploughing.

Figs 1—3 express in diagrams the changes in bulk density, porosity and minimum air capacity to a depth of 0.3 m. Almost identical pattern of changes is evident in all variants of soil cultivation. Significantly lower bulk density, higher porosity and higher minimum air capacity were in the surface layer (0.1 m) in comparison with depths of 0.2 and 0.3 m. Minimum air capacity dropped at depths 0.2 and 0.3 m below 10 %. It follows from the data found — a relatively high influence of the year, when the minimum air capacity was on an average only 7.1 % in 1988—1989.

The adverse effect of disking results from the total evaluation of the effect of soil cultivation under the given soil and climatic conditions, especially in earlier dates when bulk density increased above the critical value (above 1.40 g per cm³) and the minimum air capacity decreased below 10 %. Sowing to uncultivated soil exerted no adverse effects on a physical conditions of soil.

PŮSOBNÍ VÁPENATÝCH HNOJIV NA KYSELÝCH ZEMINÁCH Z LUČNÍCH STANOVIŠT

Drahomír Haken

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 255 80 Praha 5

V nádobovém pokusu byla hodnocena účinnost vápnění čtyř silně kyselých zemín z vybraných lučních lokalit. Dusíkaté hnojení ve formě LVA nezměnilo kyselost zemín. Základní dávka CaCO_3 ($4,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) významně snížila kyselost zemín a zvýšila stupeň sorpčního nasycení. Vysoké meliorační dávky vápenatých hnojiv upravily kyselost pronikavěji (v průměru o 0,1 až 1,5 pH) při jeho dlouhodobějším působení. Uhličitanová i oxidová forma byly rovnocenné ve svém působení na zeminu i porosty. Vápnění působilo velmi pozitivně především na produkci porostů nehnojených (19,1 až 80,0 %). Lze předpokládat stimulační vliv vápnění na mineralizaci organických látek a uvolňování dusíku pro porosty. Absolutní úroveň přírůstků píce i efektivnost aplikovaných vápenatých hnojiv byla však nejvyšší v podmínkách přiměřené dusíkaté výživy ($120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a základní dávky CaO . Interakce vápnění a dusíku byla v určitých mezích pozitivní. Kvalita píce doznala jen malé změny, včetně koncentrace vápníku.

Jestliže považujeme výměnnou kyselost půdy za rozhodující ukazatel její kyselosti, pak v současné době podíl půd luk a pastvin extrémně kyselých, silně kyselých a kyselých (pH výměnné < 5,5) přesahuje 50 % jejich výměry. Na jejich zvýšené kyselosti se podílejí především jejich ekologická specifika — charakteristika půdotvorných substrátů, zvýšený obsah organických látek v půdě, vyšší vlhkost půdy, zvýšená eluace vápníku z profilu při vyšších srážkách. Migrace tohoto kationtu je stimulována zvýšenými dávkami dusíkatých hnojiv i působením kyselých složek hnojiv, příp. i atmosférického spadu. Též se projeví odběr vápníku a hořčíku zvýšenými sklizněmi.

Za příčinu negativního působení na rostliny se nepovažuje pouze vysoká koncentrace kationů H_3O^+ v půdním roztoku, ale zvláště možnost aktivace kationů hliníku, které omezují přístupnost fosforu a hořčíku a většiny stopových prvků. Jejich vysoká koncentrace může působit toxicky (Russel, 1980; Matula a kol., 1986). Curtin a kol. (1984) zdůrazňují, že kyselost půdy je působena organickými a anorganickými zdroji. Prokázali vysokou korelaci mezi pH půdy a účinností vápnění, ale též i obsahem organického uhlíku. Nejvyšší korelace ($r = 0,9$) účinnosti vápnění však byla k obsahu výměnného železa a výměnného hliníku v půdě. Z hlediska potřeby vápnění je obsah výměnného hliníku významnější než obsah výměnného železa. Autoři současně zdůrazňují, že k dosažení stejného efektu je zapotřebí v polních podmínkách dvoj- až trojnásobného množství CaCO_3 v porovnání s podmínkami laboratorními.

Většina kulturních trav, ale též jetel luční a plazivý jako další významné komponenty lučních porostů jsou k půdní reakci značně tolerantní a velmi dobře se většinou vyvíjejí v podmínkách výměnného pH 5,0 až 7,0 (K l a p p, 1971). Jejich široká ekologická amplituda, zvýšený obsah humusu lučních půd, jejich pufovitost i skutečnost, že výměnná kyselost není zcela objektivním ukazatelem potřeby vápnění půd, se projevuje ve značně variabilních agroekonomických efektech vápnění luk a pastvin (H a k e n, 1981, 1989). Na základě dosavadních výsledků se proto doporučilo omezit vápnění drnového fondu především na půdy silně až extrémně kyselé (pH výměnné < 5,0) v rozmezí dávek 1,0 až 6,0 t CaO . ha⁻¹ s přihlédnutím k druhu půd a úhrnu srážek (H a k e n, 1986). Tato kritéria byla v zásadě akceptována i v komplexní metodice výživy rostlin (N e u b e r g a kol., 1990).

MATERIÁL A METODA

Účinnost vápenatých hnojiv byla zkoumána formou nádobových pokusů, pro které byly použity kyselé zeminy ze čtyř lučních stanovišť: Šumava, Vysočina, Středočeská vrchovina, Třeboňská pánev. Zeminy byly odebrány z drnové vrstvy trvalých luk na těchto lokalitách: Milná u Frymburka, Velký Rybník u Pelhřimova, Prosenická Lhota u Sedlčan, Klečaty u Veselí nad Lužnicí. Vápnění proběhlo jednorázově na základě zjištěné výměnné kyselosti a zrnitosti zemín, vzhledem však k poměrně malým rozdílům v těchto směrech jsme uplatnili čtyři stejné úrovně vápnění pro všechny zeminy: bez vápnění; 4,2 t . ha⁻¹ mletého vápence; 12,6 t . ha⁻¹ mletého vápence a 7,2 t . ha⁻¹ páleného vápna.

Dávka 4,2 t . ha⁻¹ a 12,6 t . ha⁻¹ představuje dvojnásobek a šestinásobek základní dávky podle metodiky (H a k e n, 1986), přičemž 12,6 t . ha⁻¹ mletého vápence je ekvivalentní dávce 7,2 t . ha⁻¹ páleného vápna. Dalším experimentálním faktorem byl dusík, diferencovaný na třech úrovních: bez dusíku (N₀), 120 kg N (N₁) a 240 kg N (N₂), aplikovaný ve formě ledku amonného s vápencem. PK-výživa byla upravována na základě obsahu živin v půdě a píce a činila u všech zemín 100 až 50 kg . ha⁻¹ P₂O₅ (superfosfát) a 160 až 80 kg . ha⁻¹ K₂O (draselná sůl). Porosty byly každoročně zakládány v tomto složení: bojínky luční (15 kg . ha⁻¹), kostřava luční (25 kg . ha⁻¹). Výjimku činil čtvrtý rok, kdy byly zeminy osety jetelem plazivým (5 kg . ha⁻¹) a kostřavou luční (10 kg . ha⁻¹). Vodní režim byl upravován závlivkou ve stejné dávce vody na nádobu.

Zeminy byly plněny do nádob o objemu 6 l a horním rozměru 0,2×0,2 m. Pokus probíhal pět let ve čtyřech opakováních. Byl situován na lokalitě Uhříněves u Prahy, jejíž hydrotermické podmínky se podstatně liší od podmínek původních lokalit odběru zemín.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Charakteristika použitých zemín

Zeminy byly odebrány z půd, které vznikly vesměs na kyselých půdotvorných substrátech, v oblastech s promyvným vodním režimem.

Jejich významné kvalitativní znaky shrnuje tab. I. Zeminy jsou zrnitostně podobné, středně těžké, vesměs silně až extrémně kyselé, přičemž obsah vápníku a fosforu je na dobré úrovni. Při příznivém obsahu C_{ox} vykazují celkově vysokou úroveň hodnoty výměnné sorpční kapacity (33 až 56 %). Avšak stupeň nasycení je zcela nedostatečný ve všech případech. Zvýšený obsah železa je charakteristický zvláště pro lokalitu Velký Rybník. Obsah přijatelných živin byl vesměs nízký. Úroveň výměnné kyselosti i stupeň sorpční nasycenosti při dané zrnitostní skladbě svědčí zřejmě o potřebě melioračního vápnění zemin.

Změny některých chemických vlastností zemin

Výměnná kyselost zemin byla všeobecně vápněním silně snížena, a to bez ohledu na úroveň aplikovaného dusíku (tab. II až V). Samotný dusík ve formě ledku amonného s vápencem kyselost významněji neovlivnil, v některých případech zjišťujeme její pokles, v jiných naopak vzestup. Rozhodně nelze potvrdit, že zvýšené dusíkaté hnojení ve formě LVA povede ke zvýšení kyselosti půdy.

Již základní meliorační dávka významně snížila výměnnou kyselost, a to ve všech čtyřech zeminách. Snížení kyselosti se projevilo všude po prvním roce aplikace (o 0,3 až 1,0 pH). Po třetím roce však pokračuje pokles pouze u zemin z lokalit Milná a Velký Rybník (0,6 až 0,7 pH), na lokalitě Prosenická Lhota nastala stabilizace, na lokalitě Klečaty již nový vzestup kyselosti. Po čtvrtém roce nastává znovu všeobecný vzestup kyselosti, a to zhruba na úroveň nevápněné zeminy. Výsledky tak prokazují, že je možno i při meliorační dávce ve formě $CaCO_3$ uvažovat s působením pouze tři až čtyři roky.

Zvýšené meliorační dávky se projeví ve výraznější úpravě kyselosti zemin, v některých případech až na úroveň neutrální (pH výměnné 6,6 až 6,8). Absolutní vzestup pH výměnného činil v průměru 1,0 až 1,5, a to nejen v prvním a třetím roce, ale ještě i v roce čtvrtém. Životnost vysokých dávek $CaCO_3$ se významně prodloužila a lze předpokládat, že potrvá nejméně pět až šest let.

Jestliže srovnáváme ekvivalentní dávku CaO ve formě mletého vápence a páleného vápna v jejich působení na kyselost zemin, pak rozdílů nejsou dostatečně průkazné. V každém případě se prokazuje prakticky stejný vliv na kyselost zemin u obou forem vápenatých hnojiv. To by nasvědčovalo o ekonomické výhodnosti aplikace mletých vápenců.

Též stupeň sorpčního nasycení, přes určité kolísání hodnot, svědčí o pozitivním vlivu vápnění na úrodnost půd. Všeobecně nenasyčený sorpční komplex byl upraven na slabě nasycený již základní meliorační dávkou (38,5 až 59,1 %).

Vysoké dávky vápence i vápna se projeví v dalším vzestupu úrovně sorpčního nasycení (48,3 až 66,8 %). Lze předpokládat dlouhodobější zlepšení sorpčního nasycení. Jeho úroveň svědčí o stejném působení ekvivalentních dávek mletého vápence a páleného vápna. Vcelku možno konstatovat, že nasycení sorpčního komplexu vlivem vápnění (při stejných dávkách Ca) je nižší, eventuálně má kratší trvání na zeminách s vyšším podílem první kategorie zrnitosti (těžší půdy).

I. Vybrané kvalitativní ukazatele použitých zemín — Selected qualitative parameters of earths used

Lokalita ¹	Zrna pod 0,01 mm ² (%)	pH (KCl)	C _{ox} (%)	V (%)	Přístupné živiny ³ (mg · kg ⁻¹)		20% výluh v HCl (% sušiny) ⁴				
					P	K	Fe	K	P	Ca	Mg
Milná	31,70	4,9	2,54	33,37	22,7	186,7	2,74	0,35	0,026	0,22	0,40
Velký Rybník	45,40	4,3	3,10	28,00	2,5	67,5	3,99	0,31	0,014	0,20	0,46
Prosenická Lhota	41,07	4,9	2,88	49,95	3,3	100,0	3,28	0,59	0,025	0,20	0,52
Klečaty	38,33	4,6	1,86	27,59	22,3	43,3	2,01	0,17	0,029	0,20	0,26

¹site, ²grains of a size below 0.01 mm, ³available nutrients, ⁴20% extract in HCl (% of dry matter)

II. Vývoj kyselosti zeminy lokality Milná (pH/KCl) — The pattern of earth acidity, the Milná site (pH/KCl)

Vápnění ¹	Ca-0			Ca-2			Ca-6			CaO-6			Průměr ³		
Rok ²	1.	3.	4.	1.	3.	4.	1.	3.	4.	1.	3.	4.	1.	3.	4.
N ₀	4,9	4,9	5,6	5,4	6,1	5,7	4,9	5,9	6,4	5,2	5,9	6,0	5,1	5,7	5,9
N ₁	4,7	4,8	5,0	5,3	5,3	5,1	5,6	6,0	6,1	5,4	5,7	5,8	5,3	5,5	5,5
N ₂	4,9	5,0	5,2	5,2	5,7	5,2	5,7	6,5	6,3	6,2	6,8	5,8	5,5	6,0	5,6
Průměr ³	4,8	4,9	5,3	5,3	5,7	5,3	5,4	6,1	6,3	5,6	6,1	5,9	5,3	5,7	5,7

¹liming, ²year, ³average

III. Vývoj kyselosti zeminy lokality Velký Rybník (pH/KCl) — The pattern of earth acidity, the Velký Rybník site (pH/KCl)

Vápnění ¹	Ca-0			Ca-2			Ca-6			CaO-6			Průměr ³		
Rok ²	1.	3.	4.	1.	3.	4.	1.	3.	4.	1.	3.	4.	1.	3.	4.
N ₀	4,6	4,1	3,9	4,6	4,7	4,5	5,6	6,0	5,8	4,6	5,8	4,8	4,9	5,2	4,8
N ₁	4,4	4,8	3,8	4,5	5,7	4,3	5,6	5,7	5,1	6,3	5,8	4,9	5,2	5,5	4,5
N ₂	4,5	5,3	3,8	5,4	5,5	4,2	5,6	6,4	5,3	5,4	6,2	4,8	5,2	5,9	4,5
Průměr ³	4,5	4,7	3,9	4,8	5,3	4,4	5,6	6,0	5,4	5,4	5,9	4,8	5,1	5,5	4,6

For 1—3 see Tab. VI

IV. Vývoj kyselosti zeminy lokality Prosenická Lhota (pH/KCl) — The pattern of earth acidity, the Prosenická Lhota site (pH/KCl)

Vápnění ¹	Ca-0			Ca-2			Ca-6			CaO-6			Průměr ³		
Rok ²	1.	3.	4.	1.	3.	4.	1.	3.	4.	1.	3.	4.	1.	3.	4.
N ₀	5,1	4,8	4,5	5,7	6,1	5,2	6,6	6,6	6,1	6,2	5,9	5,6	5,9	5,9	5,4
N ₁	5,1	5,2	4,5	5,3	5,7	5,1	6,1	6,1	6,1	6,4	6,1	5,5	5,7	5,8	5,3
N ₂	5,1	5,2	4,3	6,4	5,4	4,8	6,3	5,7	5,5	5,8	6,2	5,9	5,9	5,6	5,1
Průměr ³	5,1	5,1	4,4	5,8	5,7	5,1	6,3	6,1	5,9	6,1	6,1	5,7	5,8	5,8	5,3

For 1—3 see Tab. VI

V. Vývoj kyselosti zeminy lokality Klečaty (pH/KCl) — The pattern of earth acidity, the Klečaty site (pH/KCl)

Vápnění ¹	Ca-0			Ca-2			Ca-6			CaO-6			Průměr ³		
Rok ²	1.	3.	4.	1.	3.	4.	1.	3.	4.	1.	3.	4.	1.	3.	4.
N ₀	4,7	4,5	5,5	6,4	5,3	5,5	6,8	6,6	6,7	6,8	6,7	6,0	6,2	5,8	5,9
N ₁	5,0	4,7	4,8	6,2	5,0	4,7	6,0	6,6	6,2	6,1	5,9	5,8	5,8	5,6	5,4
N ₂	4,9	4,7	4,7	5,2	5,4	4,6	6,2	6,3	6,1	6,5	6,1	5,5	5,7	5,6	5,2
Průměr ³	4,9	4,6	5,0	5,9	5,2	5,0	6,3	6,5	6,3	6,5	6,2	5,8	5,9	5,6	5,5

For 1—3 see Tab. VI

VI. Průměrný stav C_{ox} v zemínách po prvním a čtvrtém roce v procentech sušiny — Average C_{ox} level in earths after the first and fourth year in percent of dry matter

	Vápnění ¹	Ca-0		Ca-2		Ca-6		CaO-6		Průměr ³	
	rok ²	1.	4.	1.	4.	1.	4.	1.	4.	1.	4.
Lokalita ⁴	Milná	2,98	2,26	2,97	2,60	2,93	2,37	3,04	2,28	2,98	2,38
	Velký Rybník	2,76	3,01	2,71	2,92	2,87	3,09	2,87	3,25	2,80	3,07
	Prosenická Lhota	2,40	2,56	2,53	2,47	2,28	2,26	2,26	2,26	2,37	2,39
	Klečaty	1,50	1,50	1,44	1,42	1,43	1,34	1,36	1,35	1,43	1,40

For 1—3 see Tab. VI, ⁴site

VII. Vliv vápnění na průměrné výnosy sušiny (%) — The effect of liming on mean dry matter yields (%)

Lokalita ¹	N ₀	N ₁₂₀	N ₂₄₀
Milná	110,6	106,5	99,9
Prosenická Lhota	151,4	108,1	102,5
Velký Rybník	122,1	113,2	103,4
Klečaty	109,9	108,8	104,9

¹site

Obsah C_{ox} v zeminách nebyl dusíkatou výživou významněji ovlivněn. Je pravděpodobné, že silnější mineralizace organických látek zemin byla působením dodaného dusíku průběžně nahrazena zvýšenou tvorbou kořání jako prekurzorů tvorby nových organických látek. Vlastní vápnění nepůsobilo v tomto směru zcela jednoznačně (tab. VI), většinou se však projevuje tendence k poklesu obsahu C_{ox} v zeminách, tudíž ke stimulaci mineralizace v nich. Na těžkých zeminách je zřejmá větší stabilizace organických látek (Velký Rybník, Klečaty), změny působením vápníku jsou malé.

Výnosy sušiny píce

Výnosy sušiny v jednotlivých letech mají celkem shodně na všech lokalitách stejný trend z hlediska účinnosti vápníku i dusíku. Vápnění působilo velmi pozitivně především na nehnojené zemině, dobré efekty byly i při dávce N_1 , většinou nulové nebo dokonce negativní při dávce N_2 . Dusíkaté hnojení bylo vesměs vysoce účinné ve všech letech, především na úrovni 120 kg N (N_1), podstatně nižší vzestup výnosů byl zaznamenán vyšší dávkou 240 kg N (N_2). Z hlediska vápnění je však rozhodující dlouhodobý, meliorační účinek. Zde je třeba konstatovat, že působení vápníku se projevuje ve značné míře i ve čtvrtém a pátém roce. S tímto dlouhodobým působením možno počítat i při normálních dávkách.

Výnosy sušiny v pětiletých průměrech jednotlivých lokalit svědčí o jednoznačně nejvyšší účinnosti vápnění kyselých zemin při nedostatku přístupného dusíku. Aplikace dusíku výrazně snížila účinnost vápnění. Tento výsledek naznačuje, že na efektu vápníku se nepodílí ani tak otupení kyselosti (a další spojené vlivy), jako spíše stimulace mineralizace organické hmoty a uvolňování dusíku pro výživu porostů. To dobře dokumentuje tab. VII, která uvádí stručný přehled zvýšení průměrných výnosů sušiny vápněním.

Lze konstatovat, že vápnění působilo velmi pozitivně na nehnojené zemině, vcelku příznivě při střední dávce dusíku a neprojevilo se při vysoké dávce dusíku. Vysoká dávka dusíku se svým intenzivním vlivem na výživu (vztahů aniontů a kationtů) i porosty (vliv na vysoké druhy) překryla vliv vápníku. Je třeba zdůraznit, že uvedené trendy se projevíly jak v letech, ve kterých byly pěstovány travní monokultury, tak i ve čtvrtém roce, ve kterém převládal v porostu jetel plazivý. Z hle-

VIII. Vliv vápnění na výnosy sušiny (%) při dávce dusíku 240 kg.ha⁻¹ — The effect of liming on dry matter yields (%) at nitrogen application rate of 240 kg per ha

Lokalita ¹	Ca-0	Ca-2	Ca-6	CaO-6
Milná	100,0	101,4	106,7	108,5
Prosenická Lhota	100,0	109,5	118,4	113,9
Velký Rybník	100,0	108,5	115,5	117,6
Klečaty	100,0	107,7	111,0	110,4

¹site

IX. Průměrné výnosy sušiny píce všech lokalit (g na nádobu) — Mean dry herbage yields of all sites (g per pot)

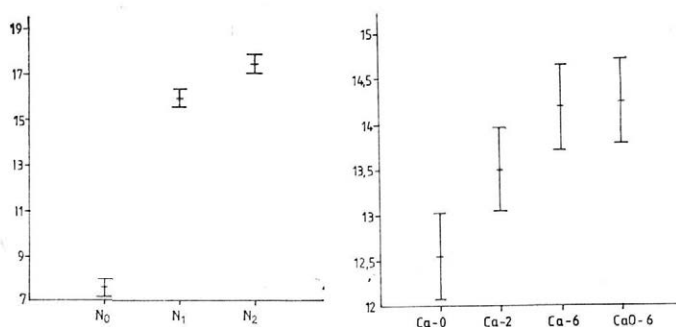
Varianty ¹		N ₀	N ₁	N ₂	Průměr ²
Ca-0	g	6,08	14,57	16,99	12,55
	%	100,0	100,0	100,0	100,0
Ca-2	g	7,06	15,79	17,24	13,39
	%	116,12	108,3	101,5	106,7
Ca-6	g	7,93	16,31	18,26	14,17
	%	130,4	111,9	107,5	112,9
CaO-6	g	8,51	16,74	17,15	14,13
	%	140,0	114,9	100,9	112,6
Průměr ²	g	7,40	15,85	17,41	13,56
	%	121,7	108,8	102,5	108,0

¹variants, ²average

diska aplikovaných dávek vápenatých hnojiv se projevil menší stimulační vliv vysoké dávky vápníku, ovšem nikoliv při dávce 240 kg N . ha⁻¹, jak ukazuje tab. VIII, která uvádí přehled výnosů sušiny. Maximálních relativních přírůstků po vápnění bylo však dosaženo bez hnojení dusíkem, a sice na lokalitě Milná 119,1 %; Prosenická Lhota 180,0 %; Velký Rybník 153,9 % a Klečaty 121,4 %. Zvýšené meliorační dávky vápenatých hnojiv v obou formách se projeví pozitivně, bez většího vzájemného rozdílu. Uhličitanová forma se plně vyrovnala formě oxidové.

Souborný variačně statistický výsledek všech lokalit je uveden v tab. IX a na obr. 1. Dusíkaté hnojení zaznamenalo průkazné přírůstky sušiny píce v dávce 120 kg i 240 kg N . ha⁻¹. Základní dávka vápníku se projevila zcela průkazně zvýšeným výnosem sušiny. Zvýšené meliorační dávky vápníku sice dále stupňují výnosy, avšak přírůstky jsou na hranici průkaznosti. Potvrzuje se jednoznačně, že nejsou rozdíly v účinnosti formy oxidové a uhličitanové. Též důležitý vztah Ca X N

1. Průměrný výnos sušiny v g na nádobu (95% interval spolehlivosti pro průměr) — Average dry matter yield in g per pot (95% confidence for mean)



osa x: index variant Ca, resp. N
osa y: výnos sušiny
x axis: Ca variant index or N
y axis: dry matter yield

je velmi dobře potvrzen. Pozitivní účinek vápníku lze očekávat pouze do dávky 120 kg N . ha⁻¹.

Rozbor efektivnosti aplikovaného 1 g CaO potvrzuje sice nedostačnou účinnost vápnění při vysokých dávkách dusíku, ale současně prokazuje stejnou nebo dokonce vyšší účinnost vápnění na porostech přiměřeně hnojených (120 kg N . ha⁻¹). Absolutní přírůstky sušiny píce vlivem vápnění jsou vyšší na intenzivnějších porostech. Interakce vápnění a dusíku je tudíž v určitých mezích pozitivní. To je velmi důležité pro ekonomickou efektivnost vápnění. S ohledem na jednotlivé dávky i formy vápenatých hnojiv je třeba konstatovat v průměru nejvyšší efektivnost základní dávky vápníku při stejné účinnosti oxidové a uhličitanové formy: Ca-2 0,11; Ca-6 0,07 a CaO-6 0,07 g na 1 g CaO.

Jestliže vezmeme v úvahu nižší průkaznost zvýšených výnosů po melioračním vápnění (obr. 1) i vyhodnocenou efektivnost, pak aplikace základní dávky CaO ve formě CaCO₃ zaručuje nejlepší agroekonomické zhodnocení při aplikované dávce N do 120 kg . ha⁻¹.

Některé kvalitativní ukazatele píce

Obsah stravitelných dusíkatých látek (SNL) v píce vyazuje jen menší, málo průkazné změny vlivem vápnění. Pozitivní trendy možno pozorovat pouze u porostů nehnojených, jejichž koncentrace SNL stoupá po aplikaci vápenatých hnojiv prakticky na všech lokalitách. Jde zřejmě o nepřímý vliv vápníku, který stimuluje mineralizaci i uvolňování přístupného dusíku ze zeminy. Na dusíkem hnojených porostech tento jev nezjišťujeme. Obsah popelu v sušině píce kolísá velmi nepravidelně, bez užšího vztahu k vápnění. Koncentrace fosforu byla mírně stimulována dusíkatou výživou, nikoliv však vápněním zemin. Významný byl však obsah fosforu při vysokém podílu jetele v píce (ve čtvrtém roce téměř dvojnásobek). Koncentrace draslíku v píce byla též pozitivně ovlivněna zvýšenou dusíkatou výživou, která byla zřejmě limitujícím faktorem optimálního poměru živin a výživy porostů. Vliv dusíku byl většinou zřejmý (tab. X). Koncentrace vápníku v píce byla všeobecně na vysoké úrovni, včetně nevápněných zemin. Za tohoto stavu nedošlo k významnějším změnám ani vlivem dusíku, ani vápněním.

X. Vliv dusíku na obsah draslíku (% sušiny) — The effect of nitrogen on potassium content (dry matter %)

Lokalita ¹	N ₀	N ₁₂₀	N ₂₄₀
Milná	1,57	1,60	1,52
Velký Rybník	1,34	1,54	1,50
Prosenická Lhota	1,78	2,05	1,99
Klečaty	1,10	1,44	1,52

¹site

XI. Vliv vápnění na obsah vápníku (% sušiny) na porostech nehnojených dusíkem — The effect of liming on calcium content (dry matter %) in the stands untreated with nitrogen

Lokalita ¹	Ca-0	Ca-2	Ca-6	CaO-6
Milná	0,85	0,88	0,90	0,85
Velký Rybník	0,71	0,73	0,80	0,79
Prosenická Lhota	0,62	0,65	0,67	0,65
Klečaty	0,82	0,86	0,91	0,92

¹site

V průměru se projevují jen určité pozitivní tendence, a to především na porostech dusíkem nehnojených, jak ukazuje tab. XI, která uvádí víceletý souhrn (bez ohledu na dusík). Koncentrace hořčíku nedoznala významnějších změn vápněním ani dusíkem.

Literatura

- CURTIN, D. — ROSTAND, H. — HUANG, P. N.: Soil acidity in relation to soil science properties and lime requirement. Can. J. Soil Sci., 4, 1984.
- HAKEN, D.: Trvalé travní porosty a půdní reakce. In: Sbor. Ref. Konf. Optimalizace půdní reakce, Štrbské Pleso, 1981.
- HAKEN, D.: Racionalizace vápnění kyselých půd luk a pastvin. In: Věd. Práce Výzk. Úst. Zúrod. zeměd. Půd Praha, 1989, č. 6.
- HAKEN, D. a kol.: Způsoby zúrodnění luk a pastvin z hlediska jejich produkční a ochranné funkce. Met. Výzk. Úst. Zúrod. zeměd. Půd Praha, 1986, č. 1.
- KLAPP, E.: Wiesen und Weiden, Berlin 1971.
- MATULA, J. — JANOVEC, J. — TOMÁŠKOVÁ, J.: Kationtová výměnná sorpční kapacita, půdní kyselost a její úprava vápněním. In: Uplatnění nových metod v zemědělských laboratořích, Stříbro, ČSVTS 1986.
- NEUBERG, J. a kol.: Komplexní metodika výživy rostlin. Met. Zavád. Výsl. Výzk. Praxe, 1990, č. 1.
- RUSSEL, E. W.: The last 50 years in perspectives in world agricultural, Bur. Agric. Soil Sci., 1980.

Došlo 1. 11. 1990

Nowadays, the proportion of meadows and pastures extreme acid, strong acid and acid exchangeable ($\text{pH} < 5.5$) amounts more than 50% of their area. In their higher acidity, their ecological specificities participate especially: character of soil-forming substrates, increased content of organic substances in soil, higher soil moisture, increased calcium elution from a profile due to higher precipitation. As a reason for adverse effect on plants, not only high cations H_3O^+ in water solution are given but especially there is a possibility to activate aluminium cations which reduce phosphorus and magnesium, and most of trace element availability. In this connection it is necessary to say that most of cultural grasses but as well as red clover and white clover tolerate the soil reaction and mostly they are well developing under conditions of exchangeable pH 5.0 to 7.0. Their wide ecological amplitude, on one side, and on the other side, high buffering capacity meadow soils is demonstrated in highly variable agroecconomics effects of their liming.

The efficiency of calcareous fertilizers was studied by pot trials for which acid earths were used from four meadows of typical montane and submontane regions of Bohemia. Liming was applied as single on the basis of exchangeable acidity and earth grain size found. With respect to comparatively low differences in these properties (Tab. I), identical CaCO_3 doses were used for all earths, that is on this experimental basis: without liming, 4.2 t per ha of ground limestone, 12.6 t per ha of ground limestone, 7.2 t per ha of burnt lime. Another experimental factor was nitrogen: without nitrogen (N_0), 120 kg of N (N_1), 240 kg of N (N_2). The earths were annually sown with the mixture of timothy grass (*Phleum pratense*) and meadow fescue (*Festuca pratensis*), except the 4th year when the stand was composed of white clover (*Trifolium repens*).

Exchangeable acidity of earths was strongly reduced, generally, by liming, that is with no respect to the dose of nitrogen applied (Tabs II to V). It cannot be confirmed that increased nitrogen fertilizing in the form calcium-ammonium nitrate leads to higher soil acidity. A good effect was found in the basic ameliorating dose (lower exchangeable pH by 0.3 to 1.0). The efficiency lasted only three to four years. Higher ameliorating doses practically neutralized earths (exchangeable pH 6.6 to 6.8) with potential efficiency of five to six years. Equivalent CaO doses in the form of ground limestone and burnt lime had practically identical effect on earth acidity. This may provide an evidence of economic advantage of ground limestone application. High limestone and lime doses reflected in further increase in the level of sorption saturation (48.3 to 66.8%). C_{ox} content in earths was not affected significantly by nitrogeous nutrition. Liming did not act completely in single way in this direction (Tab. VI), a trend to the decrease in C_{ox} content appeared mostly, thus tending to the stimulation of mineralization in them. A higher stabilization of organic substances is evident on heavy-textured soils.

Liming acted very positively on the herbage dry matter yields, primarily in soils untreated with nitrogen fertilizers, good effects may be seen also in N_1 rate, mostly null or even negative in the N_2 rate, that is congruency with all sites (Tab. IX); liming influenced positively dry herbage yield, especially on earths untreated with nitrogen. Nitrogen fertilizing was highly efficient in all the years, mainly on the level of 120 kg of N (N_1). Calcium acting reflected in a high degree in the fourth and fifth year, even at essential application rates. Nitrogen application decreases significantly the liming efficiency. This fact indicates that not only decrease in soil acidity participated in the effect of liming (and other effects associated with it), but rather the stimulation of mineralization of organic substances along with nitrogen release for stand nutrition. The summary result for all sites (Tab. IX, Fig. 1) shows that nitrogen fertilizing provides significant increases in dry herbage at a rate of 120 kg and 240 kg per ha. The basic calcium application rate was manifested completely significantly by higher dry matter yield. Increased ameliorating calcium rates increase the yields, however, but increments are in the limit of significance. This confirms unambiguously that there are no differences in efficiency of oxid and carbonate forms. Agroecconomic analysis provided the best result when basic calcium application rates were applied in the form of CaCO_3 , at nitrogen application rate up to 120 kg per ha. Qualitative parameters of herbage were affected in a lower degree, by liming, even including calcium and magnesium concentrations.

K 30. VÝROČIU ZALOŽENIA VÝSKUMNÉHO ÚSTAVU KUKURICE V TRNAVE

Výskumný ústav kukurice v Trnave vznikol 1. 1. 1962 vyčlenením niektorých útvarov z vtedajšieho Výskumného ústavu rastlinnej výroby Piešťany, z ktorého prešli do tejto novej inštitúcie výskumní pracovníci, ktorí sa dovtedy v rôznej miere zaoberali problematikou kukurice. Kolektív bol doplnený najmä administratívnymi, technickými a robotníckymi silami zo zrušeného krmovinnárskeho ústavu, po ktorom nový ústav prevzal aj budovu na Trstínskej ceste s prilehlým areálom.

Na začiatku existencie ústavu v rokoch 1962 a 1963 patrilo k nemu ako filiálne pracovisko tiež Mendeleum v Ledniciach na Morave. Významným medzníkom v histórii ústavu bol rok 1977, keď bola k ústavu v súvislosti so širšími organizačnými zmenami pričlenená Šľachtiteľská stanica Topoľníky. V roku 1989 sa na krátky čas stal ústav vnútornou organizačnou jednotkou štátneho podniku Slovosivo Bratislava. Od 1. 4. 1990 vystupuje ústav opäť ako samostatný subjekt pod názvom ZEAINVENT — Výskumný a šľachtiteľský ústav, štátny podnik Trnava.

Výskumná činnosť ústavu sa od začiatku jeho existencie rozvíjala v dvoch základných smeroch, t. j. geneticko-šľachtiteľskom a agrotechnickom. Prvé podstatnejšie výsledky činnosti ústavu boli dosiahnuté pri riešení samostatných úloh v rokoch 1964, 1966 až 1970: R I-19 *Výskum sústavy agrotechnických opatrení k vysokým úrodám kukurice*; R I-25 *Šľachtiteľské a semenárske metódy a novošľachtenie kukurice*. V rokoch 1971 až 1975 sa riešili na ústave tieto úlohy: P 11-329-045-02 *Heteróza a líniové šľachtenie*; P 11-329-045-03 *Kolekcia kukurice*; P 11-529-084 *Zefektívnenie výroby kukurice na zrno a siláž*; RV -0-2 *Ekonomika pestovania kukurice v špecializovaných poľnohospodárskych podnikoch*; RV -0-3 *Fyziologické a biochemické funkcie rastlín z hladiska šľachtenia, agrotechniky a výživy*. V rokoch 1976 až 1980 sa na ústave riešila úloha P 11-529-050 *Výskum a vývoj nových biologických, technologických a technických smerov pri výrobe kukurice*. V rokoch 1978 až 1980 to bola úloha R 529-19 *Výskum semenárstva kukurice*. V rokoch 1981 až 1985 bola riešená úloha S 11-529-102 *Hlavné smery zvyšovania a stabilizácie úrod kukurice v ČSSR*. V rokoch 1985 až 1989 na ňu nadväzovala úloha P 06-529-817 *Biologická a technologická racionalizácia a intenzifikácia výroby a využitia kukurice*. Zatiaľ poslednou riešenou úlohou je N 05-529-913 *Intenzifikácia tvorby a využitia biomasy kukurice*.

Od založenia ústavu bolo povolených spolu 26 hybridov kukurice na zrno a siláž topoľníckeho a trnavského šľachtenia, dva hybridy kukurice cukrovej, jeden hybrid kukurice pukancovej a jedna odroda sóje.

Riaditeľom ústavu od jeho založenia až do roku 1977 bol Ing. Anton Piršel, CSc., v rokoch 1977 až 1980 bol riaditeľom ústavu Ing. Róbert Ševčovič, CSc. V rokoch 1981 až 1990 bol riaditeľom ústavu doc. Ing. Josef Húska, CSc. Od roku 1990 je riaditeľom ústavu Ing. Josef Pařízek.

ZEAINVENT — Výskumný a šľachtiteľský ústav, š. p. Trnava je zaradený do zoznamu štátnych podnikov určených pre prvú vlnu kupónovej privatizácie.

Ing. Milan Serbák, CSc.

ÚČINEK HNOJENÍ A VÁPŇENÍ NA PŘEMĚNY FOSFORU V PŮDÁCH PODHORSKÝCH OBLASTÍ

Karel Voplakal

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 165 00 Praha 6

V mikroparcelových pokusech na souboru představitelů podhorských půd okresu Ústí nad Orlicí je od roku 1984 sledován účinek různé intenzity minerálního i organického hnojení a vápnění, resp. různých kombinací těchto opatření na půdní fosforečný režim. V první půdní skupině, obsahující hydro-morfnní půdy s kyselejší půdní reakcí a s vyšším obsahem jílových částic existují podmínky pro vyšší fixaci fosforu. Proto při stupňovaných dávkách průmyslových hnojiv je časový nárůst mobilních forem fosforu (jednotlivých režimových ukazatelů) pozvolnější než ve druhé půdní skupině, tvořené především různými subtypy hnědých půd, zpravidla s lehčím zrnitostním složením a v řadě případů i s nižší kyselostí. Bylo prokázáno, že i v půdách první skupiny je v podstatě možné dosažení příznivých hodnot fosforečných režimových ukazatelů pouhým intenzivním hnojením průmyslovými hnojivy, ale za cenu nárůstu obsahu málo dostupných forem. Daleko efektivnější je minerální hnojení při současném hnojení organickým či po přiměřeném vápnění těchto půd. Současně se však potvrdilo, že u méně kyselých půd druhé skupiny existuje reálné riziko nepříznivého ovlivnění fosforečného režimu při vyšší intenzitě vápnění. Ve všech sledovaných půdách byl zaznamenán příznivý účinek organického hnojení na mobilizaci potenciálně dostupného půdního fosforu.

Při popisu chování a pohybu fosforu v půdě se užívá termínu půdní fosforečný režim. Tím se rozumí jak celkový obsah fosforu v půdě, tak i jeho formy, půdní vazby, dynamika jeho přeměn a migrace — tedy faktory, podmiňující jeho přijatelnost rostlinami. Uvádí se, že obsah živiny v půdě, její formy a dostupnost rostlinám jsou rozhodujícími ukazateli dosažené úrovně zúrodnění zemědělské půdy (D a m a š k a, 1985).

K novějším pracím, zabývajícím se obecně stavem půdního fosforečného režimu, patří příspěvek, který publikovali I v a n o v et al. (1989). Autoři sledovali jeho dynamiku v průběhu dlouhodobého polního pokusu na vyluhované černozemi. Dále je to práce, kterou uveřejnil M a k a r o v (1989), který zkoumal možnosti optimalizace půdního fosforečného režimu.

Ovlivněním některých ukazatelů fosforečného režimu dlouhodobým hnojením několika půdních typů se zabýval V o p l a k a l (1986). Na základě laboratorních inkubačních pokusů popsali D a m a š k a, V o p l a k a l (1986) účinky vápnění na změny fosforečného režimu srovnávaně nasycených půd a zároveň předložili první návrh kategorizace půdního fosforečného režimu podle hraničních čísel pro jednotlivé režimové ukazatele (faktory).

Přehled příslušných hraničních čísel pro jednotlivé metody, sloužící k charakteristice dostupných forem fosforu jak v ČSFR, tak i v ostatních zemích střední a východní Evropy, publikovali Macháček, Voplakal (1990). Parametry, ovlivňujícími dostupnost fosforu, se zabývali Moody et al. (1988). Příznivý účinek organické hmoty na sorpci a desorpci fosforu v půdách zaznamenali Frossard et al. (1986) a rovněž Bumaya, Naylor (1988).

Předložená práce se zabývá sledováním účinků systematického víceletého hnojení stupňovanými dávkami minerálního i organického hnojiva a vápna na hlavní režimové ukazatele (intenzity, kapacity a sorpce) v typických půdních představitelích podhorského okresu Ústí nad Orlicí.

MATERIÁL A METODA

K sledování vlivu odstupňovaných dávek průmyslových i organických hnojiv a vápna na změny agrochemických vlastností v různých půdních podmínkách byly na osmi půdních představitelích okresu Ústí nad Orlicí v roce 1982 vybudovány agrometeorologické stanice s mikroparcelovými pokusy o ploše parcely 1 m². Uspořádání pokusů s dvanácti kombinacemi hnojení a vápnění umožňuje sledovat a srovnávat účinky minerálního i organického hnojení a vápnění i jejich kombinovaného působení, jak je zřejmé z uvedeného schématu: O — NPK 1 — NPK 2 — NPK 3 — Ca 1 — Ca 3 — ORG 1 — ORG 3 — NPK 3. Ca 3 — NPK 3. ORG 3 — NPK 1. Ca 1. ORG 1 — NPK 3. ORG 3.

Základní dávka živin činí (v přepočtu na 1 ha pokusné plochy) každoročně: 300 (NPK 1); 600 (NPK 2); 900 (NPK 3) kg čistých živin, resp. 10 (ORG 1); 50 (ORG 3) t kompostu, resp. 2 (Ca 1); 10 (Ca 3) t CaO.

Přehled půdně-meteorologických charakteristik jednotlivých stanovišť je uveden v tab. I a výběr agrochemických charakteristik lokalit mikroparcelových pokusů podává tab. II. K hodnocení stavu fosforečného režimu byly použity faktory (ukazatelé) fosforečného režimu, jmenovitě faktor intenzity FI (Aslyng, 1954), faktor kapacity FQ (Amer, Bouldin, 1955), sorpční index SI (Bache, Williams, 1971). Časové změny těchto režimových ukazatelů od roku 1984 byly vyjádřeny metodou lineárních vývojových trendů.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Z výsledků stanovení hodnot ukazatelů fosforečného režimu v podmínkách různé intenzity hnojení a vápnění a jejich kombinovaného působení vyplynulo, že soubor zkoumaných půd se podle účinků těchto agrochemických opatření sice nechová jednotně, avšak je možno vymezit dvě půdní skupiny, v rámci nichž měla tato opatření podobný účinek, resp. uvnitř nichž je způsob i míra ovlivnění hodnot režimových ukazatelů (FI, FQ, SI) vzájemně srovnatelná až téměř totožná.

Do první skupiny spadají půdy vytvořené na sprašových hlínách, s vyšším obsahem jílových částic, zpravidla s kyselou půdní reakcí,

I. Přehled půdně meteorologických charakteristik jednotlivých stanovišť — Survey of soil meteorological characteristics of different sites

Lokalita ¹	Půdní typ ²	Nadmořská výška ³ (m)	Úhrn ročních srážek ⁴ (mm)	Průměrná roční teplota ⁵ (°C)
Džbánov	hnědozem ⁶	308	637	7,9
Podlesí	hnědozem oglejená ⁷	380	549	7,9
Žichlínek	illimerizovaná půda oglejená ⁸	360	645	7,0
Dolní Lipka	oglejená půda ⁹	541	860	6,2
Česká Třebová	hnědá půda illimerizovaná ¹⁰	396	608	7,4
Kameničná	hnědá půda ¹¹	475	787	6,8
Písečná	hnědá půda kyselá ¹²	407	700	7,1
Jamně	rezivá půda ¹³	643	720	6,1

¹site, ²great soil group, ³altitude, ⁴sum of year precipitation, ⁵mean yearly temperature, ⁶orthic Luvisol, ⁷stagnogleyic Luvisol, ⁸albic Luvisol, ⁹albic-gleyic Luvisol, ¹⁰Cambisol (luvic), ¹¹Cambisol, ¹²dystric Cambisol, ¹³spodic Cambisol

II. Výběr agrochemických charakteristik lokalit mikroparcelových pokusů — Selection of agrochemical characteristics of sites of micro-plot trials

Lokalita ¹ (půdní typ) ²	Matečný substrát ³	pH/KCl	Humus ⁴ (%)	Jílnaté částice ⁵ (%)
Džbánov (HM)	spraš ⁶	6,8	1,72	28
Podlesí (HMg)	sprašová hlína ⁷	5,8	1,61	27
Žichlínek (IPg)	sprašová hlína	5,5	2,03	24
Dolní Lipka (OG)	soliflukční sprašová hlína ⁸	5,2	2,60	31
Česká Třebová (HPi)	slinitý pískovec ⁹	5,8	1,82	23
Kameničná (HP)	opuka ¹⁰	6,3	2,70	31
Písečná (HPa)	permokarbon ¹¹	5,9	1,74	16
Jamně (RZ)	ortorula ¹²	5,5	5,90	20

¹site, ²(great soil group), ³parent material, ⁴humus, ⁵clayey particles, ⁶loess, ⁷loess loam, ⁸solifluctional loess loam, ⁹marly sandstone, ¹⁰clay slate, ¹¹permacarbon, ¹²orthogneiss

a tedy s podmínkami pro výraznější fixaci fosforu. Jde v podstatě o představitele hydromorfních půd (HMg, IPg, OG).

Naproti tomu do druhé půdní skupiny řadíme půdy s lehčím zrnitostním složením, jež je spolu s méně kyselou reakcí příčinou nižší fosforečné fixace. Řadíme sem všechny sledované subtypy hnědých půd (HP, HPi, HPa) a rezivou půdu (RZ) a z důvodu výhodné půdní reakce a výrazné pufovitosti i představitele hnědozemí (HM).

Rozsah ovlivnění půdního fosforečného režimu jednotlivými i kombinovanými opatřeními v obou půdních seskupeních za celé sledované období je vyjádřen lineárními časovými trendy hodnot režimových ukazatelů.

III. Časové trendy ($y = a + b \cdot t$) faktorů fosforečného režimu při různých způsobech, úrovních a kombinacích hnojení a vápnění — Time trends ($y = a + b \cdot t$) of the factors of phosphorus regime at different methods, levels and combinations of fertilizing and liming

Varianta ¹	Půdní skupina ²	Faktor intenzity ³ FI	Faktor kapacity ⁴ FQ	Sorpční index ⁵ SI
0	1	0,114 — 0,003	12,88 — 0,27	5,40 + 0,11
	2	0,160 ± 0	19,80 + 0,38	5,14 — 0,03
NPK 1	1	0,196 + 0,016	19,54 — 0,29	4,46 — 0,15
	2	0,281 + 0,028	32,20 + 2,22	4,20 — 0,14
NPK 2	1	0,326 + 0,084	33,26 + 3,34	3,72 — 0,28
	2	0,460 + 0,102	45,30 + 5,72	3,56 — 0,25
NPK 3	1	0,580 + 0,174	48,00 + 6,90	3,20 — 0,33
	2	0,747 + 0,145	63,90 + 12,20	2,96 — 0,18
Ca 1	1	0,271 + 0,029	24,88 + 3,66	3,98 — 0,14
	2	0,310 + 0,028	25,40 + 0,18	3,92 — 0,21
Ca 3	1	0,326 + 0,056	28,90 + 5,39	3,66 — 0,13
	2	0,244 — 0,006	22,30 — 0,44	4,38 + 0,03
ORG 1	1	0,254 + 0,032	24,10 + 2,73	3,50 — 0,11
	2	0,366 + 0,074	36,20 + 6,40	3,92 — 0,23
ORG 3	1	0,489 + 0,107	34,60 + 4,82	2,98 — 0,14
	2	0,602 + 0,157	52,40 + 9,86	3,33 — 0,22
NPK 3. Ca 3	1	0,672 + 0,217	53,00 + 9,16	3,00 — 0,22
	2	0,704 + 0,158	60,10 + 10,62	3,32 — 0,05
NPK 3. ORG 3	1	0,978 + 0,234	51,50 + 8,58	2,84 — 0,26
	2	0,994 + 0,221	79,60 + 16,64	2,78 — 0,21
NPK 1. Ca 1. ORG 1	1	0,363 + 0,079	34,80 + 3,48	3,48 — 0,06
	2	0,448 + 0,084	45,70 + 6,56	3,42 — 0,09
NPK 3. Ca 3. ORG 3	1	0,838 + 0,272	57,60 + 10,46	2,66 — 0,21
	2	1,044 + 0,260	78,60 + 14,66	2,56 — 0,10

¹variant, ²soil group, ³intensity factors, ⁴capacity factor, ⁵sorption index

Faktor intenzity FI

Ve vzorcích odebíraných z nehnoučených kontrolních parcel zjišťujeme u první půdní skupiny klesající tendenci FI-hodnot v důsledku odběru fosforu pěstovanými rostlinami, kdežto u druhé půdní skupiny pozorujeme spíše stagnaci intenzitních hodnot (tab. III). Vysvětlujeme si to intenzivnější mobilizací potenciálně dostupných zásob půdního fosforu (patrně i účinkem kořenových výměšků pěstovaných rostlin)

IV. Závislost nárůstu hodnot faktorů fosforečného režimu na velikosti dávek průmyslového i organického hnojiva a vápna — Dependence of growth of the factors of phosphorus regime on the level of application rates of fertilizing and manuring and liming

Faktor fosforečného režimu ¹	Půdní skupina ²	Minerální hnojení ³ (NPK)		Organické hnojení ⁴ (ORG)		Vápnění ⁵ (Ca)	
		regresní vztah ⁶	r_{xy}	regresní vztah	r_{xy}	regresní vztah	r_{xy}
FI	1	$y = 0,075 + 0,0072x$	0,969	$y = 0,145 + 0,000021x$	0,982	$y = 0,168 + 0,00011x$	0,826
	2	$y = 0,126 + 0,0090x$	0,980	$y = 0,220 + 0,000024x$	0,960	$y = 0,227 + 0,00003x$	0,233
FQ	1	$y = 10,560 + 0,533x$	0,987	$y = 16,150 + 0,0012x$	0,938	$y = 17,070 + 0,0097x$	0,818
	2	$y = 18,500 + 0,651x$	0,995	$y = 24,753 + 0,0017x$	0,946	$y = 22,240 + 0,0006x$	0,137
SI	1	$y = 5,290 - 0,033x$	-0,992	$y = 4,713 - 0,00011x$	-0,795	$y = 4,89 - 0,00092x$	-0,776
	2	$y = 5,050 - 0,032x$	-0,996	$y = 4,710 - 0,00089x$	-0,866	$y = 4,61 - 0,00026x$	-0,312

¹factor of phosphorus regime, ²soil group, ³mineral fertilizing, ⁴organic manuring, ⁵liming, ⁶regression relationship

v půdách s nižším rozsahem fosforečné sorpce. Rozdíly mezi oběma půdními skupinami nacházíme i při různých způsobech a intenzitě hnojení: u první skupiny je při stupňování dávek hnojiv pozvolnější časový nárůst FI-hodnot než u druhé skupiny (tab. III), zřejmě jako důsledek fixace značných podílů aplikovaného fosforu v celkově méně příznivých podmínkách.

Závislost nárůstu intenzitního ukazatele na zvyšování dávek fosforečného hnojiva vyjadřují regresní rovnice v tab. IV. Při organickém hnojení bylo u obou půdních skupin dosaženo výrazného časového nárůstu FI-hodnot; dochází přitom k výrazné mobilizaci potenciálně uvolnitelných fosforečných rezerv. Vysoké hodnoty korelačních koeficientů dokumentují vysokou těsnost vztahů mezi dávkami kompostu a intenzitou mobilizace.

Rozdílnost fosforečného režimu obou půdních skupin vyniká především ve vápněných variantách pokusů (zejména při vyšší dávce vápna): zatímco pro první skupinu bylo ovlivnění FI-ukazatele stupňovaným vápněním jednoznačně pozitivní, u skupiny druhé stoupají FI-hodnoty pouze při nižší úrovni vápnění, kdy ještě dochází ke zvýšení rozpustnosti půdních fosfátů, avšak při vyšších dávkách vápna je vlivem nadměrného zvýšení hodnot pH/KCl potlačen další nárůst hodnot intenzitního ukazatele. Naopak v první půdní skupině bylo nalezeno velmi příznivé ovlivnění v kombinaci hnojení průmyslovými hnojivy spolu s vápněním: přídavek vápna kompenzuje acidifikaci půdy vysokou dávkou průmyslového hnojiva a snižuje tak rozsah fixace fosforu v kyselých půdách. Proto je závislost nárůstu FI na dávce vápna (tab. IV) v první skupině půd těsnější.

Faktor kapacity FQ

Systematická aplikace nízkých dávek průmyslových hnojiv (varianta NPK 1) vyvolá u druhé půdní skupiny nevýrazný časový nárůst hodnot kapacitního ukazatele, zatímco v první skupině kyselých hydro-morfních půd — vzhledem k tzv. zvrhávání (fixaci) značných podílů aplikovaného fosforu — nestačily základní dávky hnojiva ani k udržení dynamické rovnováhy. Tempo nárůstu FQ-hodnot při zvyšování dávek hnojiva je v první půdní skupině pozvolnější. Přehled o těsnosti vztahů mezi dávkami hnojiv a změnami hodnot kapacitního ukazatele podává tab. IV.

Z hlediska vápnění diferencuje ukazatel kapacity obě půdní skupiny ještě výrazněji než FI-ukazatel: jestliže u první skupiny existuje vysoká korelace závislosti dávek vápna a FQ-hodnotami, pak u druhé půdní skupiny nelze těsnost vztahů prokázat. Při vysokých dávkách vápna nastává negativní vývojový trend FQ-hodnot (tab. III). V oblasti mírně zásadité půdní reakce, dosažené při vápnění půd druhé skupiny (varianta Ca 3), dochází zřejmě k určitému stupni retrogradace fosforu. Tento jev se, i když méně výrazně, projevuje i v kombinované variantě NPK 3. Vzestupný charakter časových trendů ve variantách organického hnojení je dokladem vysokého účinku zapravené organické hmoty na nárůst dostupných zásob fosforu.

Bache-Williamsův sorpční index SI vykazuje v nehnojené variantě první půdní skupiny výrazný nárůstový trend. To signalizuje, že postupně dochází ke zvyšování nenasyčenosti sorpční fosfátové půdní kapacity nejen následkem odběru fosforu vegetací, ale i stárnutím jeho půdní zásoby. U druhé půdní skupiny byl časový trend SI-hodnot neprůkazný, je možno sledovat spíš ustálenou úroveň hodnot. Je to patrné tím, že během poměrně krátkého trvání pokusů ještě nedošlo k úplnému vyčerpání mobilních forem fosforu a že půdy disponují určitou pufrací schopností udržovat rovnoměrný stav nasycenosti sorpční fosfátové kapacity (tab. III).

Při minerálním hnojení, zejména zvýšenými dávkami hnojiv, dochází sice k fixaci značné části vneseného fosforu, avšak přesto se postupně nasycuje sorpční fosfátová kapacita, jak to indikuje klesající trend SI-hodnot (Sirový et al., 1989). Také u sorpčního ukazatele se potvrdila již dříve konstatovaná účinnost organického hnojení na mobilizaci nevyužitých fosforečných rezerv (Kolář, 1986; Vopálka, Sirový, 1986; Kubát, Donát, 1989): klesající trend SI-hodnot při systematickém každoročním zapravování kompostu indikuje postupné saturování půdní fosfátové kapacity, a to částečně fosforem obsaženým v organickém hnojivu, částečně fosforem mobilizovaným z půdních zásob potenciálně dostupných (Sirový et al., 1986).

V případě varianty NPK 3.ORG 3 se uplatňuje i ochranné působení organické hmoty zabraňující vzniku pevné vazby fosforu s půdními Fe^{3+} . Výsledkem je dosažení SI-hodnot nižších než 3,0, což je kritérium pro příznivý až velmi příznivý stav půdního fosforečného režimu (Damaška, Vopálka, 1986). Nadbytečné vápnění (jak vyplývá z tab. III) může negativně ovlivnit i fosfátovou sorpční nasycenost půd. Při kombinacích vysokých dávek minerálních hnojiv a vápna (varianta NPK 3.Ca 3) byl nalezen trend zvyšující se fosforečné nasycenosti u všech sledovaných půd (výraznější byl u půd první skupiny).

Z výsledků sledování dosažených hodnot režimových ukazatelů je zřejmé, že pouhým aplikováním vysokých dávek průmyslových hnojiv (i bez patřičné úpravy půdní reakce a bez organického hnojení) je u většiny půd možno sice dosáhnout celkově příznivých hodnot režimových ukazatelů (včetně ukazatele sorpčního), avšak za cenu vysokých ztrát aplikovaného fosforečného hnojiva nežádoucím nárůstem obsahu málo dostupných forem fosforu fixací na půdních seskvioxidech a jílových minerálech při kyselé reakci.

Závěrem uvádíme přehled míry ovlivnění fosforečného režimu jednotlivými i kombinovanými agrochemickými opatřeními: posloupnost (tab. V) vyjadřuje rozdílné pořadí účinku stupňovaných dávek minerálního či organického hnojiva a vápna na nárůst hodnot režimových ukazatelů u obou půdních skupení.

Pro kyselé půdy první skupiny je typické, že na nárůstu FI-, resp. FQ-hodnot či na poklesu SI-údajů se uplatňuje především aplikace vápna, přičemž už nízká úroveň vyvápnění (Ca 1) vyvolá větší ovlivnění režimových ukazatelů než základní dávka průmyslového hnojiva (NPK 1) a s výjimkou sorpčního ukazatele předčí dokonce účinek dosažený základní dávkou kompostu (ORG 1).

V. Pořadí účinku daného způsobu a intenzity hnojení, vápnění a jejich vzájemných kombinací na nárůst hodnot jednotlivých režimových faktorů v obou skupinách půd — The sequence of the given method and their mutual combinations on the growth of different regime factors in both groups of soils

Varianta ¹	Faktor intenzity ² FI		Faktor kapacity ³ FQ		Sorpční index ⁴ SI	
	1. skupina ⁵	2. skupina	1. skupina	2. skupina	1. skupina	2. skupina
0	1	1	1	1	1	1
NPK 1	2	3	2	4	2	3
NPK 2	5	7	6	6	4	6
NPK 3	9	10	9	10	7	10
Ca 1	4	4	4	3	3	4
Ca 3	6	2	5	2	5	2
ORG 1	3	5	3	5	6	5
ORG 3	8	8	7	8	10	8
NPK 3. Ca 3	10	9	11	9	9	7
NPK 3. ORG 3	11	11	10	12	11	11
NPK 1. Ca 1. ORG 1	7	6	8	7	8	6
NPK 3. Ca 3. ORG 3	12	12	12	11	12	12

¹variant, ²intensity factor, ³capacity factor, ⁴sorptive index, ⁵group

Vysoká dávka organické hmoty (ORG 3) vysoce podpořila nárůst SI-hodnot (desáté místo v posloupnosti účinnosti). Přední místa zaujímají rovněž varianty s kombinovaným vápněním s oběma způsoby hnojení (zejména varianta NPK 3 . CA 3 . ORG 3), v nichž se uplatňuje jednak potlačení acidity vápněním a s ním spojené omezení vzniku Fe-fosfátů a zároveň i mobilizační účinek organického hnojiva.

Odlišné pořadí míry ovlivnění fosforečného režimu v jednotlivých pokusných variantách vykazují půdy druhé skupiny: uplatňuje se zde především negativní dopad nadměrného vápnění. Proto varianta s vyšší dávkou vápna zaujímá nižší místo v posloupnosti. Rovněž kombinace intenzivního minerálního hnojení s vápněním je z hlediska ovlivnění fosforečného režimu méně výhodná než samotné minerální hnojení (tab. V).

Ve všech půdních podmínkách však bylo dosaženo velmi příznivého ovlivnění v kombinacích minerálního a organického hnojení (NPK 3. ORG 3), které z hlediska kapacitního ukazatele předčí účinek kombinace všech tří testovaných agrochemických opatření.

Literatura

AMER, F. — BOULDIN, D. R. et al.: Characterization of soil phosphorus by anion exchange resin absorption and ³²P equilibration. *Pl. and Soil*, 6, 1955, s. 391-408.
 ASLYING, H. C.: The lime and phosphate potential of soils, the solubility and availability of phosphates. *Roy veter. agric. Voll. Yearbook*, 1954, s. 1-50.

- BACHE, B. W. — WILLIAMS, E. G.: A phosphate sorption index for soils. *J. Soil Sci.*, 22, 1971, s. 289-301.
- BUMAYA, A. H. — NAYLOR, D. U.: Phosphorus sorption and extractability in Andic soils incubated with plant residues of variable P content. *Pl. and Soil*, 112, č. 1, s. 77-81.
- DAMAŠKA, J.: Metodické zásady testování agrochemického účinku agromelioračních opatření. *Met. Zavád. Výsl. Praxe*, 1985.
- DAMAŠKA, J. — VOPLAKAL, K.: Ovlivnění režimových faktorů půdního fosforu hnojením a vápněním. In: *Věd. Práce Výzk. Úst. Zúrod. zeměd. Půd*, 1986, č. 4, s. 85-91.
- FROSSARD, E. — TRUONG, B. — JACQUIN, F.: Influence de l'apport de composés organiques sur l'adsorption et la désorption des ions phosphates en sol ferralitique. *Agronomie*, 6, 1986, s. 503-508.
- IVANOV, P. — GOSPODINOV, M. — DŽENDOVA, R. — DIMITROV, I.: Izmenenie na fosfatnija režim na slabo izlužen černozem v prodlažitelni polski opiti. *Počvozn. i Agrochim.*, 24, 1989, č. 1, s. 3-8.
- KOLÁŘ, L. et al.: Dynamika transformace organických látek v hnědé kyselé půdě ve vztahu k jejímu fosfátovému režimu. [Závěrečná zpráva.] České Budějovice, VŠZ 1986.
- KUBÁT, J. — DONÁT, J. et al.: Transformace fosforu v půdě a jejich matematický model. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1989.
- MACHÁČEK, V. — VOPLAKAL, K.: Zhodnocení metod používaných ve východoevropských zemích ke stanovení obsahu fosforu v půdě. *Agrochimia*, 30, 1990, č. 7, s. 212-216.
- MAKAROV, R. F.: Optimalizacija fosfatnogo režima černozemnyh počv. *Chim. sel.-Choz.*, 5, 1989, s. 64-66.
- MOODY, P. W. — AITKEN, R. L. — COMPTON, B. L. — HUNT, S.: Soil phosphorus parameters affecting phosphorus availability to, and fertilizer requirement of maize. *Austral. J. soil Res.*, 26, 1988, č. 4, s. 611-622.
- SIROVÝ, V. — DAMAŠKA, J. — VOPLAKAL, K. — HUDCOVÁ, O.: Charakteristiky pokusných stanovišť a podmínky mobilizace produkčního potenciálu. [Závěrečná zpráva.] Praha, VÚZZP 1986.
- SIROVÝ, V. — DAMAŠKA, J. — VOPLAKAL, K. — HUDCOVÁ, O.: Ovlivnění chemismu zemědělských půd antropickými a přírodními faktory. [Závěrečná zpráva.] Praha, VÚZZP 1989.
- VOPLAKAL, K.: Fosforečný režim půd v podmínkách polních pokusů. *Rostl. Vyr.*, 32, 1986, č. 3, s. 239-246.
- VOPLAKAL, K. — SIROVÝ, V.: Účinek krátkodobé inkubace půdy s některými organickými látkami na mobilitu půdního fosforu. In: *Věd. Práce Výzk. Úst. Zúrod. zeměd. Půd*, 1986, č. 4, s. 93-97.

Došlo 3. 9. 1990

K. VOPLAKAL (Research Institute of Ameliorations and Soil Protection, Praha): **Effects of fertilizing and liming on conversion of phosphorus in soils of submontane regions.**

Rostl. Vyr., 38, 1992 (1) : 21-30.

Effects of different intensity of mineral and organic fertilizing and liming or different combination of these practices on soil phosphorous regime have been studied in microplot trials on the set of representants of submontane soils of the Ústí nad Orlicí district since 1984. The first soil group containing hydromorphic soils with more acid soil reaction and the higher content of clayey particles is characterized by conditions for higher phosphorus fixation. Therefore, the time increase of mobile forms of phosphorus (different regime indicators) is slower than in the second soil group at graduated application rates of fertilizers. The second soil group is formed of mainly different subtypes of Ochrept soils usually having the lighter grain-size composition and lower acidity in many cases. It was proved that suitable values of phosphorus regime indicators may be obtained in the soils of the first group by merely intensive fertilizing but at a rate of an

increase in the little available forms. Mineral fertilizing is far more efficient at the simultaneous organic fertilizing or after adequate liming of these soils. At the same time it was confirmed that in less acid soils of the second group a real risk exists of unfavourable influencing the phosphorus regime at higher intensity of liming. A favourable effect was recorded in all soils under study in the simultaneous organic fertilizing or after adequate liming of these soils. phosphorus.

Radoslav Bujnovský, Josef Lopatník

Výskumný ústav pôdnej úrodnosti, 823 75 Bratislava

V podmienkach poľného polyfaktoriálneho pokusu sme na pôdnych predstaviteľoch (ČA_c^c, FM_a, ČM, ČM^c, LM_g, LM a KM^a) sledovali dominantnú závislosť úrod pestovaných plodín — lucerna siata (ďatelina lúčna), ozimná pšenica, jarný jačmeň, kukurica na zrno (siláž), cukrová repa (zemiaky) — od obsahu prístupného fosforu v pôde v profile 0–0,3 m. Zistené závislosti boli vyjadrené v algebraickom tvare rovnice $y = ax^2 + bx + c$. Zároveň boli stanovené optimálne hranice zásoby prístupného fosforu pre jednotlivé pôdne predstaviteľ: ČA_c^c — 62–109 mg.kg⁻¹, FM_a — 92–162 mg.kg⁻¹, ČM — 53–111 mg.kg⁻¹, ČM^c — 71–93 mg.kg⁻¹, LM_g — 69–83 mg.kg⁻¹, LM — 61–122 mg.kg⁻¹, KM^a — 53–90 mg.kg⁻¹. Ukazuje sa, že taxonomická príbuznosť pôdnych predstaviteľov (pôdy černoziemného typu — ČA_c^c, ČM, ČM^c) nie je postačujúcim kritériom pre zjednotenie hraníc optimálnej zásoby prístupného fosforu v pôde a na to nadväzujúcu stratégiu výživárskych zásahov. Krivky dominantnej závislosti úrod od zásoby prístupného fosforu v pôde (0–0,3 m) majú relatívny charakter a konkrétne množstvá obsahov fosforu nezaručujú v ľubovoľnom ročníku maximálnu úrodu, vyplývajúcu z funkčných závislostí.

Nedostatočná efektívnosť živín z priemyselných hnojív vo vzťahu k dosahovaným úrodám poľnohospodárskych plodín vyvoláva viacero otázok týkajúcich sa stratégie plánovania a praktickej realizácie výživárskych opatrení. Jednou z nich je otázka hodnotenia a následnej optimalizácie obsahov prístupných foriem živín v pôde.

Cieľový obsah prvku v pôde v prijateľnej forme (Scheffer, Schachtschabel, 1970) predstavuje také množstvo, ktoré spolu s hnojením konkrétnej plodiny zabezpečí maximálnu úrodu.

Živiny (či už pôdne alebo dodané) sa len spolupodieľajú na tvorbe úrod poľnohospodárskych plodín, a preto optimálna zásobenosť pôdy prístupnými živinami (a teda aj fosforom) se udáva viac alebo menej širokým rozpätím hodnôt (Baier, Bystrá, 1977; Lopatník, 1979; Baier, 1982; Bedrna, 1982; Bedrna, Lopatník, 1982; Kulakovská, 1982; Jeřánek, Pivovarová, 1985; Burda et al., 1987 a i.).

Na základe doterajších poznatkov (Bedrna, 1982) je minimálnou hodnotou pre poľné plodiny obsah prístupného fosforu v pôde nižší ako 30 mg.kg⁻¹, ktorý pôsobí jednoznačne na znižovanie ich úrod. Optimálna hodnota je v rozpätí 30 až 80 mg.kg⁻¹ a jej spresnený parameter závisí od spolupôsobiacich činiteľov (pH, obsah ďalších živín, obsah humusu, teplota atď.). Maximálny obsah fosforu nad 150 mg.kg⁻¹ znižuje úrody poľných plodín.

Riešenie optimalizácie obsahu pôdnych živín (fosforu) z hľadiska riešenia problému rastlinnej produkcie pri rešpektovaní zásad ekono-

miky a ochrany životného prostredia sa zdá byť v súčasnej dobe nanajvýš opodstatnené.

Cieľom práce bolo stanoviť závislosť úrod vybraných poľných plodín v rôznych pôdnoekologických podmienkach od obsahu prístupného fosforu v pôde, vo vrstve 0—0,3 m a zároveň vymedziť hraničné hodnoty zásobenosti pôdy fosforom.

MATERIÁL A METÓDA

Základné údaje pre spracovanie výsledkov boli získané z poľného stacionárneho polyfaktoriálneho pokusu, ktorý prebiehal v rokoch 1981 až 1989 na pôdnych predstaviteľoch: čiernica černozemná karbonátová — Ča_č, fluvizem arenická — FM_a, černozem typická — ČM, černozem karbonátová — ČM^c, luvizem pseudoglejová — LM_g, luvizem typická — LM, kambizem kyslá — KM^a. Plodiny pestované v týchto pôdnoekologických podmienkach uvádzame v schéme osevného postupu: 1. lucerna siata (ďatelina lúčna), 2. lucerna siata (ďatelina lúčna), 3. ozimná pšenica, 4. kukurica na zrno (siláž), 5. ozimná pšenica, 6. jarný jačmeň, 7. cukrová repa (zemiaky), 8. jarný jačmeň s podsevom.

Podrobnejšiu charakteristiku pokusu udávajú Lopatník (1986), resp. Lopatník et al. (1989). Pôdny fosfor bol stanovený metódou Egnera. Získané výsledky boli hodnotené metódou hraničných línií [Smetánková, 1982; Smetánková, Eisler, 1983]. Rozsah súborov pre jednotlivé plodiny a pôdne predstavitele bol daný pokusným obdobím (1981 až 1989), resp. štruktúrou osevného postupu a pohyboval sa od 128 (kukurica na zrno a siláž, cukrová repa, zemiaky) do 256 (lucerna siata, ďatelina lúčna).

Pomocou metódy hraničných línií a regresnej analýzy boli zistené funkčné závislosti maximálnych úrod jednotlivých plodín v konkrétnych pôdnoekologických podmienkach. Vzhľadom na väčší počet získaných závislostí uvádzame len ich algebraické vyjadrenia, pričom typ použitej funkcie má obecný tvar $y = ax^2 + bx + c$. V tabuľkovej časti používame číselné označenie plodín podľa jednotného číselníka [Kolektív, 1978], podľa ktorého majú jednotlivé plodiny čísla: ozimná pšenica — 100, jarný jačmeň — 104, kukurica na zrno — 106, cukrová repa — 140, zemiaky — 142, kukurica na siláž — 181, lucerna siata — 190 a ďatelina lúčna — 191. Rozsah sledovanej a uvažovanej hranice zásoby prístupného fosforu v pôde (0—0,3 m) sa pohyboval v jednotlivých lokalitách od 25 do 200 mg · kg⁻¹.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pre pôdne predstavitele a plodiny boli stanovené horné hraničné línie, vyjadrujúce dominantnú závislosť úrod jednotlivých plodín od obsahu prístupného fosforu. Uvedené závislosti uvádza tab. I. Získané vzťahy do značnej miery korešpondujú s výsledkami niektorých autorov [Baier, Bystrá, 1977; Baier, 1982]. Metódu hraničných línií pri riešení problému závislosti úrod poľných plodín od zásoby prístupného fosforu v pôde (0—0,3 m) považujeme za jeden z možných spôsobov riešenia tejto otázky.

Ako uvádza Damaška (1980), rozdiely v obsahu prístupných foriem živín (a teda aj fosforu) pri jednotlivých pôdnych predstaviteľoch sú prirodzené a sú dôsledkom rozdielného uplatnenia pôdotvorných substrátov ako i odlišného správania sa živín v procese ich premeny a migrácie v rôznych pôdach.

Tieto myšlienky potvrdzujú aj nami získané výsledky, ktoré uvádzame v tab. II. V podmienkach čiernice černozeľnej karbonátovej sa optimálny obsah prístupného fosforu vzhľadom na sledované — pestované plodiny pohybuje od 62 do 109 mg.kg⁻¹. Fluvizem arenická vykazuje optimum prístupného fosforu v intervale 92 až 162 mg.kg⁻¹. Pre černozeľ typickú sa optimum pohybuje v intervale 53 až 111 mg.kg⁻¹. Černozeľ karbonátová poskytuje maximálne úrody jednotlivých plodín od 71 do 93 mg.kg⁻¹. V podmienkach luvizeme pseudoglejovej sa interval optimálnej zásobenosti pôdy prístupným fosforom pohybuje od 69 do 83 mg.kg⁻¹. Luvizem typická poskytuje maximálne úrody jednotlivých plodín v rozmedzí 61 až 122 mg.kg⁻¹. Kambizem kyslá má optimum prístupného fosforu vzhľadom na sledované a pestované plodiny v oblasti 53 až 90 mg.kg⁻¹.

Pokiaľ sumárne hodnotíme pôdy černozeľného typu Čč, ČM, ČM^c, dochádzame k poznatku, že i v tejto relatívne homogénnej skupine pôd z taxonomického hľadiska sú značné rozdiely v optime prístupného fosforu pre jednotlivé plodiny — ozimná pšenica 76 až 93 mg.kg⁻¹, jarný jačmeň 73 až 109 mg.kg⁻¹, kukurica na zrno 62 až 98 mg.kg⁻¹, cukrová repa 53 až 86 mg.kg⁻¹ a lucerna siata 70 až 111 mg.kg⁻¹. V súvislosti s hodnotením zásobenosti jednotlivých pôd a plodín treba poznamenať, že relatívne vysoké optimá fosforu pre maximálne dosiahnuté úrody plodín sa prejavujú v lokalite Kravany nad Dunajom (FM_a), kde na rozdiel od ostatných pôdnych predstaviteľov sa nachádza hlinitopiesočnatá pôda s výrazným vplyvom podzemnej vody najmä na úrody hlbšie koreniacich plodín.

Optimálnu zásobenosť pôd prístupným fosforom porovnávame predovšetkým s výsledkami domácich autorov. Napr. Lopatník (1979) považuje za optimálny obsah prístupného fosforu podľa jednotlivých skupín pôd 35 až 70 mg.kg⁻¹. Bedrna (1982) udáva rozsah 30 až 100 mg.kg⁻¹, pričom hnojenie fosforom pri zásobe nad 100 až 200 mg.kg⁻¹ považuje za neefektívne. Burda et al. (1987) udávajú cieľový obsah prístupného fosforu 50 až 70 mg.kg⁻¹.

Nami vymedzené hraničné krivky dominantnej závislosti úrod plodín od prístupného fosforu v pôde (0—0,3 m) majú relatívny cieľový charakter. Zároveň konkrétny obsah fosforu v pôde v ľubovoľnom ročníku vôbec nezaručuje výšku úrody, vyplývajúcu z príslušnej funkčnej závislosti v tab. I. Je to spôsobené tým, že priama závislosť úrod jednotlivých plodín od prístupného fosforu v pôde pri terajšom stupni nasýtenia pod týmto prvkom je malá, čo potvrdzuje tvar našich závislostí. (Pre názornú ilustráciu uvádzame v tab. II aj hodnotu maximálnych úrod jednotlivých plodín pri zásobe fosforu 30 mg.kg⁻¹.) Túto skutočnosť zároveň potvrdzujú aj Burda et al. (1987), podľa ktorých závislosť úrod od prístupných foriem pôdnych živín je malá, vyjadrujúca 10 % celkovej variability.

Záver tohto príspevku koncipujeme v zmysle myšlienok (Munk, 1980; Mengel, 1979), podľa ktorých pôdy so zvýšeným obsahom prí-

I. Závislosť maximálnych úrod poľných plodín od pôdneho prístupného fosforu — Dependence of maximum yields of field crops on soil available phosphorus

Pôdny predstaviteľ ¹	Číslo plodiny ²	Funkčná závislosť ³ ($y = ax^2 + bx + c$)
ČA _g	100	$y = -0,000122081x^2 + 0,0185693x + 6,34843$
	104	$y = -0,0000883455x^2 + 0,0192679x + 5,93665$
	106	$y = -0,00136493x^2 + 0,168563x + 6,51852$
	140	$y = -0,00354147x^2 + 0,464136x + 54,0392$
	190	$y = -0,00098147x^2 + 0,138191x + 13,99$
FM _a	100	$y = -0,00034561x^2 + 0,089375x + 1,49667$
	104	$y = -0,000144089x^2 + 0,0467887x + 2,47745$
	106	$y = -0,000715205x^2 + 0,131645x + 7,4738$
	142	$y = -0,00174414x^2 + 0,440347x - 0,696584$
	190	$y = -0,000407256x^2 + 0,0832424x + 12,821$
ČM	100	$y = -0,000621827x^2 + 0,101833x + 3,22121$
	104	$y = -0,000480204x^2 + 0,0704822x + 3,88657$
	106	$y = -0,000629003x^2 + 0,123357x + 7,10991$
	140	$y = -0,0195087x^2 + 2,0825x - 4,58199$
	190	$y = -0,000445577x^2 + 0,0992807x + 5,99352$
ČM ^c	100	$y = -0,000334565x^2 + 0,0620555x + 4,38201$
	104	$y = -0,000399054x^2 + 0,0695148x + 4,56072$
	106	$y = -0,0031188x^2 + 0,440476x - 2,15873$
	140	$y = -0,00292921x^2 + 0,504152x + 40,904$
	190	$y = -0,00173528x^2 + 0,317548x - 1,77436$
LM _g	100	$y = -0,00015696x^2 + 0,0215568x + 6,41506$
	104	$y = -0,000434553x^2 + 0,0619592x + 3,37182$
	181	$y = -0,00441182x^2 + 0,677469x + 24,936$
	142	$y = -0,00150275x^2 + 0,22593x + 20,9558$
	191	$y = -0,00374212x^2 + 0,623687x - 6,68908$
LM	100	$y = -0,00117534x^2 + 0,197424x + 0,324324$
	104	$y = -0,000257992x^2 + 0,0630081x + 2,58028$
	181	$y = -0,00577215x^2 + 0,992344x + 5,29477$
	142	$y = -0,00558629x^2 + 0,684651x + 4,25532$
	191	$y = -0,000813729x^2 + 0,123023x + 12,6814$
KM ^a	100	$y = -0,000537x^2 + 0,0971811x + 2,11736$
	104	$y = -0,000239336x^2 + 0,0413679 + 3,642$
	181	$y = -0,0258581x^2 + 2,83525 - 7,13443$
	142	$y = -0,00104639x^2 + 0,127926x + 23,5359$
	191	$y = -0,00736152x^2 + 0,773345x - 4,40068$

¹soil representative, ²number of crop, ³functional dependence

II. Numerická ilustrácia hraničných línií — Numeric illustration of limit lines

Pôdny predstaviteľ ¹	Číslo plodiny ²	Extrém funkcie ³ (max.)		Úroda plodiny (pri zásobe fosforu 30 mg.kg ⁻¹) ⁴
		x (mg.kg ⁻¹)	y (t.ha ⁻¹)	
ČA _c	100	76	7,05	6,80
	104	109	6,99	6,44
	106	62	11,14	10,35
	140	65	69,24	64,77
	190	70	18,85	17,25
FM _a	100	129	7,27	3,87
	104	162	6,28	3,75
	106	92	13,53	10,78
	142	126	27,10	10,94
	190	102	17,07	14,95
ČM	100	82	7,39	5,72
	104	73	6,47	5,57
	106	98	13,16	10,24
	140	53	50,99	40,34
	190	111	11,52	8,57
ČM ^c	100	93	7,26	5,94
	104	87	7,59	6,29
	106	71	13,39	8,25
	140	86	62,60	53,40
	190	91	12,75	6,19
LM _g	100	69	7,16	6,92
	104	71	5,58	4,83
	181	77	50,94	41,29
	142	75	29,45	26,38
	191	83	19,30	8,65
LM	100	84	8,61	5,19
	104	122	6,43	4,24
	181	86	47,95	29,87
	142	61	25,23	19,77
	191	76	17,33	15,64
KM ^a	100	90	6,51	4,55
	104	86	5,43	4,67
	181	55	70,58	54,65
	142	61	27,45	26,43
	191	53	15,91	12,17

 For 1, 2 see Tab. I, ³extreme of function, ⁴crop yield (at the reserve of phosphorus 30 mg per kg)

stupného fosforu nie sú žiadúce a pôdy so zníženým obsahom tejto živiny treba vylepšiť, resp. ak je v pôde dosiahnutý optimálny obsah fosforu, potom sa fosforečné hnojenie riadi odberom rastliny — tzv. udržovacie hnojenie.

Preto v oblasti optima v jednotlivých pôdnoekologických podmienkach — ČA_c (62 až 109 mg . kg⁻¹), FM_a (92 až 162 mg . kg⁻¹), ČM 53 až 111 mg . kg⁻¹), ČM^c (71 až 93 mg . kg⁻¹), LM_g (69 až 83 mg . kg⁻¹), LM (61 až 122 mg . kg⁻¹) a KM^a (53 až 90 mg . kg⁻¹) odporúčame také dávky fosforečných hnojív, ktoré zabezpečia, že dosahovaný stupeň agrochemického faktoru úrodnosti pôdy (prístupný fosfor) nebude znížený (úhrada živiny odobratej úrodou). V prípade, keď zásoba prístupného fosforu v pôde (0—0,3 m) prevyšuje hornú hranicu intervalu optima, navrhujeme vynechať hnojenie dotedy, kým sa zásobenosť pôdy nedostane späť do oblasti optima.

Získané výsledky plne zodpovedajú možnostiam analytických a vyhodnocovacích metód, použitých pri riešení otázky optimalizácie obsahu pôdneho fosforu v ornici. Uvádzané poznatky zároveň svedčia o potrebe prehodnotenia súčasných kritérií pri posudzovaní obsahu živín v pôde (ASP).

Literatúra

- BAIER, J.: Zásoba fosforu v pôde a výnosy cukrovky. Rostl. Výr., 28, 1982, č. 6, s. 633-640.
- BAIER, J. — BYSTRÁ, L.: Souvislost mezi zásobou přístupného fosforu v půdě a maximálními výnosy ozimé pšenice. Rostl. Výr., 23, 1977, č. 6, s. 643-650.
- BEDRNA, Z.: Komplexné zúrodňovanie pôd ako jednota hydromelióracií, agromelióracií, spracovania pôdy a hnojenia. Věst. Českoslov. Akad. zeměd. 1982, č. 6, s. 355-357.
- BEDRNA, Z. — LOPATNÍK, J.: Zvyšovanie úrodnosti pôdy hnojením. Bratislava, Príroda 1982, 188 s.
- BURDA, V. — NIKLÍČEK, L. — KOTRBA, L.: Programování vývoje půdní úrodnosti v modelu intenzivního rozvoje rostlinné výroby v méně příznivých půdních podmínkách. In: Zbor. Semin. Den nové techniky rostlinné výroby, Tachov, 1987, s. 95-101.
- BURDA, V. et al.: Nové poznatky z programování výnosů polních plodin. In: Zbor. Ref. Využití nových vědeckovýzkumných poznatků k dalšímu zvyšování úrovně rostlinné výroby, Hradec Králové, 1987, s. 191-197.
- DAMAŠKA, J.: Agrochemická charakteristika zemědělských půd ČSR. Rostl. Výr., 26, 1980, č. 3, s. 225-238.
- JELNIKOV, I. I. — PIVOVAROVA, I. A.: O varirovanii otnositel'nogo optimuma soderžaniya podvižnogo fosfora v počve v uslovijach nečernozemnoj zony. Agrochimija, 1985, č. 2, s. 113-125.
- KOLEKTÍV: Číselníky a klíče poľnohospodárskeho podniku. Podnik racionalizácie riadenia poľnohospodárstva a výživy, Nitra, 1978, 231 s.
- KULAKOVSKÁ, T. N.: Pôdne a agrochemické základy dosahovania vysokých úrod. Bratislava, Príroda 1982, 249 s.
- LOPATNÍK, J.: Systémy hnojenia poľných plodín SSR. In: Zbor. Ref. ČSVTS, Využívanie, zúrodňovanie a ochrana pôd. Bratislava, VÚPVR 1979, s. 44-62.
- LOPATNÍK, J.: Metodika poľného polyfaktoriálneho pokusu s výživou rastlín. Bratislava, VÚPVR 1986, 31 s.
- LOPATNÍK, J. et al.: Zvýšenie efektívnosti hnojenia v agroekologických podmienkach ČSSR. [Záverčná správa.] Bratislava, VCPÚ 1989, 25 s.
- MENGEL, K.: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Jena, VEB Fischer Verlag 1979, 466 s.
- MUNK, H.: P-Düngung auf gut versorgten Böden. Kali-Briefe (Büntehof), 15, 1980, č. 1, s. 49-62.

SCHEFFER, F. — SCHACHTSCHABEL, P.: Lehrbuch der Bodenkunde. Stuttgart, Enke Verlag 1970, 448 s.

SMETÁNKOVÁ, M.: Metoda vymezení horních a dolních hraničních linií závislosti dvou veličin. Rostl. Vyr., 28, 1982, č. 6, s. 665-672.

SMETÁNKOVÁ, M. — EISLER, J.: Estimation of the nutritional status of cereals by means of boundary nutrient concentration curves. Biol. Plant., 25, 1983, č. 5, s. 349-360.

Došlo 2. 10. 1990

R. BUJNOVSKÝ, J. LOPATNÍK (Research Institute of Soil Fertility, Bratislava):

Optimization of available phosphorus content in soil.

Rostl. Vyr., 38, 1992 (1) : 31-37.

Problem solving optimization of soil nutrient content is associated with issues of crop production, economy and environment protection and is very topical nowadays. The study is aimed at determining the dependence of yields of selected farm crops in different soil and ecological conditions on available phosphorus content in soil in a layer 0—0.3 m and at the same time to define limit values of soil supply with phosphorus.

The basic data to collect the results were obtained on the basis of polyfactorial trial which was performed in 1981—1989 on the soil representants as follows: Fluvi-calcarohaplic Chernozem (= ČAc^o), Eutric Fluvisol (= FM^a), Haplic Chernozem (= ČM), Calcaro-haplic Chernozem (= ČM^o), Alba gleyic Luvisol (= LM_g), Albic Luvisol (= LM), Dystric Cambisol (= KM^a). Trial crops are given in the sequence according to the crop rotation: 1. lucerne or mammoth red clover, 2. lucerne or mammoth red clover, 3. winter wheat, 4. grain maize or silage maize, 5. winter wheat, 6. spring barley, 7. sugar beet or potato and 8. spring barley with undersowing.

Available phosphorus was determined by the Egner method. The results obtained were further treated by the limit lines method and regression analysis. This resulted in functional dependences which are given in Tab. I. The crops are designated according to the valid list of numbers: winter wheat — 100, spring barley — 104, grain maize — 106, sugar beet — 140, potato — 142, silage maize — 181, lucerne — 190, red clover — 191. The range of studied and predicted limit of available phosphorus was from 25 to 200 mg per kg at different sites.

The values of independent variable (available phosphorus corresponding to extreme function represented the upper limit of an optimum content of available phosphorus in soil for the given crop and site. As an optimum phosphorus content at a concrete site, the highest and the lowest values of optimum of available phosphorus, found for crops cultivated, were taken into account. The following optima of available phosphorus in soil results from Tab. I: Fluvi-calcaro haplic Phaeozem 62—109 mg per kg, Eutric Fluvisol 92—162 mg per kg, Haplic Chernozem 53—111 mg per kg, Calcaro-haplic Chernozem 71—93 mg per kg, Albo-gleyic Luvisol 69—83 mg per kg, Albic Luvisol 61—122 mg per kg, Dystric Cambisol 53—90 mg per kg.

As far as the soil of the Chernozem type (Fluvi-calcaro haplic Phaeozem, Haplic Chernozem and Calcaro-haplic Chernozem) are evaluated as a total, it must be said that even in this relatively homogeneous group of soils are marked differences in optimum of available phosphorus for different crops from the viewpoint of taxonomy: winter wheat 76—93 mg per kg, spring barley 79—109 mg per kg, grain maize 62—98 mg per kg, sugar beet 53—86 mg per kg, lucerne 70—111 mg per kg. It means that taxonomic affinity of soil representative is not a sufficient criterion to unify the limits of optimum reserve of available phosphorus in soil and the strategy of feeding practices associated with it. The curves of dominant dependence of yields from reserves of available phosphorus in soil (0—0.3 m) are of relative character and concrete amounts of available phosphorus do not provide maximum yield in any year following from the functional dependences.

CHCETE PODNIKAT?

NEVÍTE JAK NA TO?

NEVÍTE S KÝM?

NEVÍTE ZA CO?

PŘIJĎTE, JE TU

ADEKO!!!

ADEKO, a. s. Vám nabízí

- marketingovou činnost v oboru ekologie
- poradenskou, konzultační, posudkovou, zprostředkovatelskou, obstaravatelskou a zastupitelskou činnost
- kapitálovou účast v jiných podnikatelských společnostech
- společné podnikání
- investorskou a investiční činnost
- výběr zahraničních partnerů pro společné podnikání
- zajišťování a provádění leasingu
- poskytování služeb

ADEKO, a. s.

Slezská 7

120 56 PRAHA 2

Tel.: 258 342 FAX: 259 270

Marie Králová

Ústav experimentální botaniky ČSAV, 166 30 Praha 6

Práce popisuje konstrukci platinových elektrod pro měření redox potenciálů v půdě tak, jak jsou tyto elektrody využívány v Laboratoři pro zamokřené půdy a sedimenty v USA. Jsou uvedeny ukázky úpravy pH a jejich vliv na změny Eh. Zároveň práce dokumentuje praktické využití měření redox potenciálů pro sledování změn v plynných produktech denitrifikace za různých hodnot Eh.

Oxidace a redukce jsou procesy, které v půdách probíhají společně. Nejvhodnějšími charakteristikami jsou hodnoty oxidačně redukčních potenciálů. Tyto hodnoty mohou být měřítkem anaerobity prostředí.

Respiraci půdních mikroorganismů jsou poskytovány elektrony, které jsou využity k redukci některých iontů (např. NO_3^- , Fe^{3+} , Mn^{4+} , SO_4^{2-}), a oxidačně redukční potenciály vyjadřují schopnost půdního systému redukovat či oxidovat přístupné látky.

Je zvykem vyjadřovat chemické rovnováhy v systémech pomocí rovnovážných konstant založených na aktivitách ($\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$). Redox rovnováhu můžeme vyjádřit buď v hodnotách pe ($-\log$ aktivity elektronů, což je srovnatelné s jednotkou $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$) nebo v mV (Eh je rozdíl potenciálů platinové a referentní elektrody). Vzájemný vztah pe a Eh udává rovnice:

$$\text{Eh} = 59,2 \text{ pe}$$

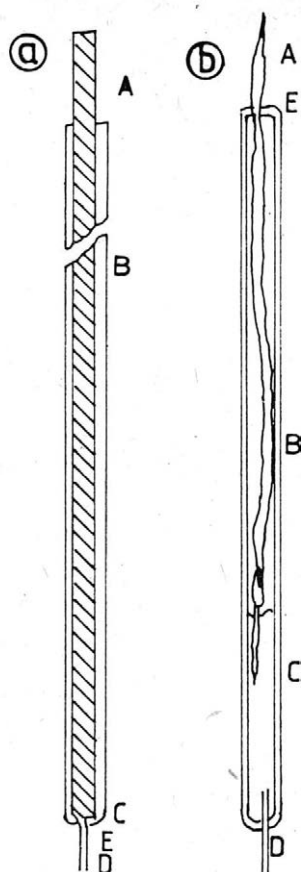
Obvykle se udávají hodnoty pe ještě spolu s hodnotami pH. Většina půd se pohybuje v rozmezí pH 3,5 až 9 a tomuto rozpětí odpovídají hodnoty pe od -6 do $+12$. Hodnoty součtu pe + pH většiny půd leží v intervalu 2 až 18 (Lindsay, 1978). Lindsay, Sadiq (nepubl.) ukázali, že hodnota pe + pH charakterizuje velmi dobře redox statut půd. Redox potenciál lze vyjádřit jednoduchou obecně známou rovnicí.

Předložená práce ukazuje jednoduchou konstrukci platinové elektrody a její zapojení pro měření půdního systému. Zároveň jsou demonstrována některá měření Eh v půdní suspenzi.

MATERIÁL A METODA

Popis platinové elektrody

Stanovení redox potenciálu v půdě pomocí platinové elektrody poprvé popsal Beckmann (1951) a později tuto konstrukci upravil Langmuir (1971), který doplnil měření redox potenciálu o hodnoty pH.



1. Schematické znázornění polní a laboratorní platinové elektrody (Langmuir, 1971) — Schematic representation of field and laboratory platinum electrode (Langmuir, 1971)

a) polní platinová elektroda

A — měděný drát

B — izolace

C — sklo

D — platinový drát

E — lepidlo

a) field platinum electrode

A — copper wire

B — insulation

C — glass

D — platinum wire

E — adhesive

b) laboratorní platinová elektroda

A — izolační měď

B — skleněná rourka

C — kovová rtuť

D — platinový drát

E — lepidlo (epoxi)

b) laboratory platinum electrode

A — insulating copper

B — glass tube

C — metal mercury

D — platinum wire

E — adhesive (epoxi)

Během své návštěvy v USA (Laboratory for Westland Soils and Sediments, Louisiana State University, Baton Rouge) jsem pracovala se zařízením pro měření redox potenciálů a seznámila se s vlastní konstrukcí elektrod tak, jak je v této laboratoři používána pro měření v půdních systémech.

Platinová elektroda pro práci v laboratoři se vyrobí z 2 cm dlouhého platinového drátu (o síle 1 mm), přilepeného pomocí epoxidového lepidla nebo přivařeného ke konci skleněné trubice o průměru 2 mm (obr. 1b). Nad tento kousek platinového drátu je pak do trubice nalita kovová rtuť, která spojuje platinový drát s drátem měděným, který je umístěn v horní části trubice. Celý měděný drát je izolovaný, pouze ona část ve styku s rtutí je odizolována.

Platinová elektroda používaná pro polní měření redox potenciálů se vyrábí z 2,5 cm dlouhého platinového drátu (o síle 1 až 1,5 mm), přivařeného ke konci skleněné trubice, kterou prochází odizolovaný měděný drát (o stejné síle jako platinový drát). Zbývá část měděného drátu je izolována a prochází skleněnou trubicí, jejíž délku si můžeme určit podle hloubky půdního profilu, který chceme měřit. Spojení platinového a měděného drátu je vyobrazeno na obr. 1a. Měděný a platinový drát se přivaří plamenem a toto spojení se ještě zalepí epoxidovým lepidlem, čímž se zajišťuje dokonalost styku těchto dvou kovů.

Druhý konec izolovaného měděného drátu je opět přilepen epoxidovým lepidlem k horní části skleněné trubice. Lepidlo je třeba nechat zaschnout nejméně 24 h před použitím elektrody. Jako referentní se používá kalomelová elektroda.

Kontrola elektrod před jejich použitím v půdním systému

Platinová elektroda spojená s kalomelovou přes můstek s nasyceným roztokem KCl se kontroluje pomocí standardních roztoků pufrů o pH 4 a 7, do nichž je přidán hydrochinon (nasycený roztok). Na Eh-metru se odečítají hodnoty mV a kontrola elektrody probíhá podle hodnot uvedených v tab. I. Hodnoty odečtené na Eh-metru se korigují o hodnoty platné pro kalomel.

Příklad přepočtu: Odečteme-li hodnoty 218 mV na milivoltmetru (pro teplotu 25 °C) pro pufr s hydrochinonem o pH 4, pak musíme k této hodnotě připočítat hodnoty pro kalomel (244,3 mV). Konečná hodnota Eh bude $218 + 244,3 = 462,3$ mV.

Elektroda je připravena k měření, není-li odchylka větší než ± 5 mV od hodnot udávaných v tab. I. Důležitá je též kontrola teplot měřených roztoků pufrů, protože i teplota mění hodnoty Eh pro kalomel. Důležité je měření teploty dané půdy, pro kterou zjišťujeme konečné hodnoty redox potenciálů.

Zapojení Eh a pH elektrod do půdního systému

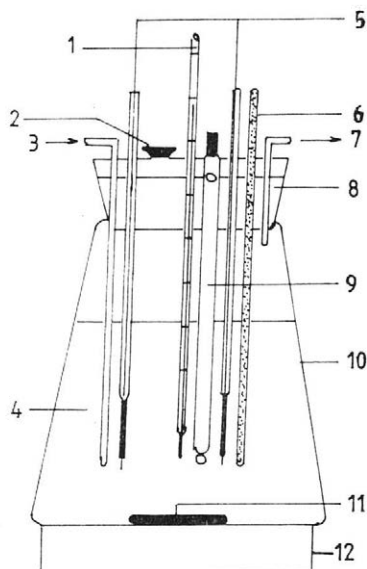
Pro polní měření redox potenciálu zasuneme připravené platinové elektrody přímo do půdy, a to do požadované hloubky. Proto zhotovení platinových elektrod předem musí odpovídat hloubce půdního profilu,

I. Vliv teploty na hodnoty standardního potenciálu kalomelové a platinové elektrody — The effect of temperature on the values of standard potential of calomel and platinum electrodes

Teplota ¹ (°C)	Potenciál kalomelové elektrody ² (mV)	Hodnoty* na mV-metru ³	
		pH 4 (mV)	pH 7 (mV)
5	257,0	236,0	66,5
10	253,9	231,6	60,1
15	250,8	227,3	53,7
20	247,3	222,7	47,3
25	244,3	218,0	40,8
30	240,9	213,4	34,3
35	237,5	208,5	27,7
40	234,1	203,5	21,0
45	230,6	198,4	14,2

* Hodnoty z propojeného systému kalomelové a platinové elektrody v pufrách saturovaných hydrochinonem⁴.

¹temperature, ²potential of calomel electrodes, ³values read on mV-meter, ⁴values come from connected system of calomel and platinum electrodes in buffers saturated with hydroquinine



2. Uspořádání platinových elektrod a referenční elektrody pro měření redox potenciálů v půdní suspenzi; zapojena též pH elektroda (konstrukce převzata z Laboratoře pro zamokřené půdy a sedimenty Louisiánské státní univerzity, USA) — Arrangement of platinum electrodes and reference electrodes for measuring the redox potentials in soil suspension; pH electrode (connected construction taken from the Laboratory for Wetland Soils and Sediments of the Louisiana State University, USA)

1 — teploměr, 2 — uzávěr, 3 — napouštění plynu, 4 — půdní suspenze, 5 — platinová elektroda, 6 — můstek s KCl, 7 — únik plynu, 8 — gumová zátka, 9 — kombinovaná pH elektroda, 10 — Erlenmayerova láhev, 11 — magnet, 12 — magnetické míchadlo, 1 — thermometer, 2 — seal, 3 — gas filling, 4 — soil suspension, 5 — platinum electrode, 6 — bridge containing KCl, 7 — leakage of gas, 8 — rubber stopper, 9 — combined pH electrode, 10 — Erlenmayer flask, 11 — magnet, 12 — magnetic stirrer

v němž chceme sledovat změny Eh. Platinové elektrody mohou dosahovat délky i několika metrů. Před měřením je třeba ponechat platinové elektrody nejméně 24 h *in situ*. Tato doba je potřebná pro dosažení rovnováhy zvláště v redukčním prostředí. Po odečtení hodnot na milivoltmetru a teploty můžeme s pomocí tab. I určit konečnou hodnotu redox potenciálu.

Laboratorní uspořádání elektrod a přídavných zařízení pro měření redox potenciálů je patrné z obr. 2. Erlenmayerova láhev o objemu 1000 nebo 2000 ml se naplní půdní suspenzí (poměr zeminy a vody si určíme podle účelu pokusu). Na dno láhve umístíme magnet, který je povlečen polyvinylovou hadičkou, aby se nepoškodilo dno láhve v případě dlouhodobého pokusu. Erlenmayerova baňka se uzavře gumovou zátkou, ve které jsou umístěny dvě platinové elektrody (je lépe měřit v několika hloubkách půdní suspenze pro kontrolu), teploměr a můstek s nasyceným roztokem KCl jako přípojka pro referenční kalomelovou elektrodu. Je dobré měřit zároveň i hodnoty pH, a proto do zátky můžeme umístit pH-elektrodu. Chceme-li pracovat v inertní či kyslíkové atmosféře, umístíme do zátky ještě trubičku pro přívod a odvod plynu.

Regulace hodnot Eh během měření

Chceme-li pracovat v silně redukčním nebo v silně oxidačním prostředí při zcela konkrétní a určité hodnotě Eh, musíme před započítím pokusu a vlastního Eh měření dosáhnout nejprve rovnováhy všech procesů v daném půdním systému (Eh, pH, T a někdy i redukce Fe a Mn). Příprava před vlastním měřením může trvat čtyři až pět týdnů. Jemnější úpravy hodnot Eh můžeme provést tzv. umělou úpravou pH, protože hodnoty Eh a pH jsou na sobě závislé.

II. Závislost plyných produktů denitrifikace a nitrifikace na hodnotách redox potenciálů, půdní suspenze 1 : 3, redox potenciál udržován na konstantních hodnotách při 30 °C — Relationship of gaseous products of denitrification and nitrification on redox potential values, soil suspension ratio 1 : 3, redox potential kept at constant values and at the temperature of 30 °C

Eh (mV)	pH	N ₂ O (max)	N ₂ (max)
		μg N.g ⁻¹	
-200	8,4	—	38,77
-100	7,4	14,66	55,65
0	7,3	25,41	24,50
+100	7,4	2,98	1,01
+200	7,2	8,29	1,14
+300	7,1	—	1,12
+400	7,2	6,03	—

VÝSLEDKY A DISKUSE

Oxidačně redukční potenciály se liší v různých půdách a sedimentech. Dobře provzdušněné půdy a sedimenty jsou charakterizovány vyššími hodnotami redox potenciálu (+400 mV a výše), zamokřené půdy mají redox potenciál nižší (až -300 mV).

Praktické využití měřených redox potenciálů pro sledování plyných dusíkatých produktů při denitrifikaci půdy ukazuje tab. II. Pokus proběhl s půdní suspenzí jílovité zeminy s vyšším obsahem karbonátů (lokalita Crowley, USA) v poměru 1 : 3. Pokus byl veden v popsaném zařízení. Z tab. II je patrné, že množství N₂O (měřeno plynovým chromatografem jako N₂O) je nulové při velmi nízkých redox potenciálech (-200 mV), kdy je v půdním systému nedostatek kyslíku. Je-li redox potenciál na hodnotách 0 mV, je poměr N₂/N₂O přibližně 1 : 1. Systém obsahuje NO₃⁻ jako zdroj kyslíku a denitrifikace je reprezentována jak plyným N₂, tak i N₂O. Zvýší-li se redox potenciál až na +400 mV, nitráty nepodléhají již denitrifikaci, ale zůstávají v půdním roztoku. Naopak množství NO₃⁻ se zvyšuje na úkor nitrifikace NH₄⁺. Malé množství N₂O, které bylo v půdním systému zaznamenáno, odpovídá pravděpodobně anaerobním mikrozónám.

V oxidačním prostředí změny pH více ovlivňují redox potenciál ve srovnání s prostředím redukujícím. Tyto změny jsou evidentní z výsledků uvedených v tab. III. Existují zařízení, která dokáží udržet konstantní hodnoty redox potenciálu během celého pokusu, a to s chybou ±20 mV (Patrick a kol., 1973). Princip tohoto zařízení je opět založen na úpravách pH. Úpravy pH se provádějí pomocí 0,05M HCl nebo 0,05M NaOH. Tab. IV ukazuje vliv takových umělých zásahů do půdního systému. Při těchto úpravách je třeba stabilizovat půdní systém nejméně 24 h a potom provést odběr vzorků pro analýzu. Použití HCl nebo NaOH i ve zředěné koncentraci způsobuje zásah do mikrobiálního společenství.

III. Vztah mezi Eh a pH v aerobním půdním systému; půdní suspenze 1 : 3, redox potenciály a pH registrovány — Relationship between Eh and pH in anaerobic soil system; soil suspension 1 : 3, redox potentials and pH registered

Dny inkubace ¹	Eh (mV)	pH	T (°C)
0	181	4,7	30
19	582	4,4	28
20	571	4,4	29
21	511	4,5	31
23	521	4,6	29
34	591	3,8	29
39	641	3,7	30
42	631	3,6	30
44	641	3,6	29
47	631	3,5	29
49	602	3,6	28

¹days of incubation

IV. Úprava pH a Eh pomocí kyseliny nebo louhu při teplotě 30 °C; půdní suspenze 1 : 3, koncentrace 0,01M HCl nebo 0,01M NaOH — pH and Eh modifications by acid or hydroxide at the temperature of 30 °C; soil suspension 1 : 3, concentration 0.01M HCl or 0.01M NaOH

pH	Eh (mV)	Přídavek ¹ HCl (ml)	Přídavek NaOH (ml)	Změna ² pH	Změna Eh (mV)
8,9	320	3	—	7,8	370
8,0	372	3	—	7,2	382
7,8	341	—	3	8,0	321
8,8	300	—	3	9,0	280

¹additive, ²change

ZÁVĚR

Popsané zařízení je možné vyrobit jednoduchým postupem. Pro měření milivoltů je možné využít pH-metru. Měření hodnot Eh pomůže sledovat procesy denitrifikace za přesných podmínek anaerobity či aerobity a dovolí srovnávat nejen různé pokusy, ale i různé systémy. Regulace Eh a sledování procesů za kontrolovatelných podmínek Eh dovolí i přesnější výsledky zvláště v plynných produktech denitrifikace.

Se zveřejněním tohoto postupu souhlasil prof. W. H. Patrick, Jr., ředitel Laboratoře pro zamokřené půdy a sedimenty (Baton Rouge, USA), v níž byla tato metoda zdokonalena a je běžně využívána i v polních měřeních.

Literatura

- BECKMANN Instruments Bull.: The measurements of oxidation-reduction potentials. 99—D, 1951.
- LANGMUIR, D.: Eh-pH determination. In: CORNER, R. E. (ed.): Procedures in sedimentary petrology, New York, John Wiley and sons 1971, s. 597-632.
- LINDSAY, W. L.: Chemical equilibria in soils. New York, John Wiley and sons 1978.
- PATRICK Jr., W. H. — WILLIAMS, B. G. — MORAGHAN, J. T.: A simple system for controlling redox potential and pH in soil suspensions. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 37, 1973, s. 331-332.

Došlo 6. 11. 1990

M. KRÁLOVÁ (Institute of Experimental Botany, Czechoslovak Academy of Sciences, Praha):

Oxidation-reduction potentials in soil.

Rostl. Výr., 38, 1992 (1) : 39-46.

Oxidation-reduction potential may be expressed either in pe values (-log electron activity) or in terms of mV. The pe values are usually completed with a pH value. The first description of the redox potential determination appeared in Beckmann's Instruments Bull (1951) and then completed in pH values by Langmuir (1971).

The physicochemical measurements, described in this report, are based on the apparatus used in the Laboratory for Wetland Soils and Sediments (Louisiana State University, Baton Rouge, USA). During my stage there I had a possibility to work with this control system to measure Eh and pH values.

Oxidation-reduction potential (Eh) is expressed in terms of Eh. This is a potential of an inert metal electrode (platinum) assumes in soil or solution relative to a reference electrode. In practice, the preference electrode is a saturated calomel electrode connected with the soil system by a salt bridge.

Platinum electrode (used in the laboratory experiment) is prepared by sealing 2 cm piece of 18 gauge platinum wire in the end of a section of the glass tubing. Sealing may be done either by fusing the glass around the base of the tube or by sealing with epoxy glue. Mercury is placed in the tubing to connect the platinum with a 20 gauge copper wire which is extended down in the inside of the tubing. The top of the tube is sealed with epoxy glue (Fig. 1). Calomel electrodes are checked by substituting a standard saturated calomel electrodes for Pt-electrode and checking for a zero potential difference between the two half cells.

Platinum electrode (used for field measurements) is prepared by fusing a 2.5 cm piece of 18 gauge platinum wire to one end of a 12 gauge section of copper wire of the pre-determined length (Fig. 1a). Copper is not exposed and platinum only is in the contact with the soil. A plastic insulation covering the wire is removed and approximately 1 cm of the exposed copper is removed prior to fusing copper and platinum in a small flame. After fusion, the plastic insulation is slipped back onto the copper wire. The insulation extends over the platinum-copper junction approximately 1 cm. Epoxy adhesive is applied to the edge of insulation and tapered to the point halfway down the platinum wire. Adhesive is applied also to the area where the section of insulation joins the insulation remaining on the copper wire. The epoxy coating on the electrode is allowed to harden for 24 hours before use.

Performance of platinum electrode may be checked by immersing an electrode along with the salt bridge which is connected to the calomel electrode in pH 4.0 and pH 7.0 buffer to which a small amount of Quinhydrone has been added. Reading the Eh meter in millivolts should agree with that shown in Tab. I. The meter reading is corrected relative to hydrogen by adding the calomel potential.

The potential is measured by inserting the electrode in substance to be measured and read on the pH meter the mV scale. Since the calomel electrode is used as a reference (+244.3 mV) were added to the recorded potential for reference to the hydrogen electrode.

The electrodes are placed at various depths in the field. These electrodes may be constructed several meters long to facilitate Eh measuring in soils. The electrodes are usually left in the field for at least 24 hours before measuring alone. The laboratory performance for Eh measurements is given in Fig. 2.

The measuring system described was used to control the redox potential (—200, —100, 0, +100, +200, +300 and + 400 mV) in the soil suspension of clay loam Crowley soil (U.S.A.) and to measure N_2/N_2O production under different redox. Nitrous oxide production was reduced to zero at Eh of —200 mV. The N_2/N_2O ratio was approximately 1 : 1 at Eh equal to 0 mV. The Eh increase to +400 mV caused any other nitrate reduction, nitrification started. Publishing the redox potential article is done with the agreement of prof. W. H. Patrick Jr.

VLIV FOLIÁRNÍ APLIKACE SÍRANU MANGANATÉHO NA PRODUKCI ZRNA A OBSAH MANGANU V ZRNU OZIMÉ PŠENICE A JARNÍHO JEČMENE

František Zelený

Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Ve třech stacionárních pokusech, založených na půdách s neutrálním pH a dobře zásobených manganem, byl po dobu čtyř let zjišťován vliv rozdílné dávky a doby foliární aplikace síranu manganatého na produkci zrna a růst obsahu manganu v zrně ozimé pšenice a jarního ječmene. Na těchto půdách potřebu foliárního dohnojení pšenice a ječmene manganem nelze spolehlivě určit jen na základě stanovení obsahu uvolnitelných (1M HCl) nebo přijatelných (Schachtschabel, 1975) forem manganu v ornici. Rostlinám ozimé pšenice v době sloupkování nepostačovalo vždy zajistit potřebné množství manganu ani předseťové hnojení síranem amonným v dávce 50 kg N.ha⁻¹. Výši přírůstků a obsah manganu v zrně ovlivnila jak dávka, tak doba aplikace síranu manganatého, který v dávkách od 250 do 1000 g Mn.ha⁻¹ ve většině případů stimuloval tvorbu zrna. Největší přírůstky výnosů zrna (ozimé pšenice až o 0,89 t.ha⁻¹, tj. +20,3 %, a jarního ječmene až o 1,22 t.ha⁻¹, tj. +30,6 % v porovnání s kontrolní variantou) byly vždy získány v ročních deficitních na srážky v období nejintenzivnějšího růstu rostlin. Dávky do 500 Mn.ha⁻¹ nezvyšovaly významně obsah tohoto kovu v zrně pšenice ani ječmene. Průkazné zvýšení obsahu manganu v zrně nastalo až po aplikaci síranu manganatého během sloupkování rostlin při celkové dávce 1000 g Mn.ha⁻¹.

Manganu potřebují rostliny k normálnímu růstu a vývoji v porovnání s ostatními mikroprvky značné množství. Fyziologický význam tohoto prvku je dán jeho účastí v několika enzymatických systémech, přičemž některé biochemické funkce Mn²⁺ jsou podobné Mg²⁺. Je nezbytný pro fotosystém II, kde katalyzuje fotolytické štěpení vody [Bishop, 1971].

Na rostlinách trpících nedostatkem manganu se tvoří typické vizuální příznaky v důsledku jejich fyziologického onemocnění [Bergmann, Neubert, 1976], přičemž dochází k velmi výraznému poklesu výnosů [Zajonc, Borchmann, 1975]. Jak zjistil Carlgren (1988), po foliární aplikaci síranu manganatého na jarní obiloviny s akutním deficitem manganu se významně zvýšily výnosy zrna až o 30 %.

Celkový obsah manganu v půdách je většinou velký a teoreticky stačí k výživě rostlin na mnoho let. Také u nás se při předběžném průzkumu orníc na mikroelementy zjistilo, že půdy s uvolnitelným obsahem pod 150 mg Mn.kg⁻¹ se vyskytují jen výjimečně [Mazanec, 1978]. Pro výživu rostlin má rozhodující význam množství Mn²⁺, jejichž obsah v půdě závisí na oxidačně redukčních podmínkách během vegetace. Hnojení síranem manganatým do půdy nepřináší proto při

I. Základní charakteristika pokusných lokalit — Basic characteristics of experimental sites

Pokus číslo ¹	1	2	3
Lokalita ²	Pohořelice	Kroměříž	Cheb
Výrobní oblast ³	kukuřičná ¹¹	řepařská ¹²	bramborářská ¹³
BPEJ seskupení ⁴	01	07	13
Nadmořská výška ⁵ (m)	184	215	450
Ø roční srážky ⁶ (mm)	478	559	593
Ø roční teplota ⁷ (°C)	9,2	8,4	6,8
Půdní typ ⁸	černozem ¹⁴	černozem degradovaná ¹⁵	hnědá půda oglejená ¹⁶
Obsah částic ⁹			
< 0,01 mm (%)	37,8	31,1	29,4
< 0,001 mm (%)	20,4	16,5	8,4
Obsah humusu ¹⁰ (%)	2,44	2,41	2,61
pH (KCl)	6,7	6,5	6,7

¹trial-number, ²site, ³production region, ⁴economic units of soil classification, ⁵altitude above sea level, ⁶average yearly precipitation, ⁷average yearly temperature, ⁸soil type, ⁹contents of particles, ¹⁰humus contents, ¹¹maize-growing, ¹²sugar beet-growing, ¹³potato-growing, ¹⁴Chernozem, ¹⁵degraded Chernozem, ¹⁶albic Luvisol

měnících se povětrnostních podmínkách během ontogeneze rostlin žádoucí efekt, je neekonomické a nedoporučuje se (Bergmann et al., 1978). Do našich půd se však jen Superstopy náhodně ročně aplikovalo i přes 400 t sušeného síranu manganatého (Zelený, 1981).

Ke stanovení rostlinám přístupného manganu se používá celá řada metod (Schachtschabel, 1957; Cox, Kamprath, 1972; Lindsay, Norvell, 1978; Sillanpää, 1982). V ČSFR se při průzkumu orníc na mikroprvky používal výluh 1M HCl, označovaný jako Rinkisova metoda (Čumakov et al., 1976). Nedostatek manganu byl nalezen jen na 2 % orných půd ČR (Mazanec, 1978). V bývalé NDR, kde se používala siřičitanová metoda (Schachtschabel, 1957), byl nedostatek manganu stanoven na 4 % analyzované výměry půd (Krämer, 1987).

Cílem naší práce bylo na půdách s pH nad 6,5 a dobře zásobených manganem zjistit vliv různých dávek síranu manganatého, aplikovaného od začátku do konce sloupkování, na výnos a obsah manganu v zrně ozimé pšenice a jarního ječmene.

MATERIÁL A METODA

Stacionární pokusy s foliární aplikací síranu manganatého na ozimou pšenici a jarní ječmen byly založeny na pokusných bázích geografické sítě v Pohořelicích, Kroměříži a v Chebu v letech 1982 až 1989. Základní charakteristika pokusných lokalit je uvedena v tab. I. Přehled o množství srážek v období jejich největší potřeby pro obilniny dává tab. II.

II. Celkové měsíční srážky v květnu, červnu a červenci v letech pěstování ozimé pšenice a jarního ječmene (mm) — Total monthly precipitation in May, June and July in the years of winter wheat and spring barley growing (mm)

Plodina ¹	Lokalita ⁴	Měsíc ⁵	5.	6.	7.	Celkem ⁷
Ozimá pšenice ²	Pohořelice	1983	37,7	80,6	19,5	137,8
		1986	66,0	89,3	40,7	196,0
		rozdíl ⁶	-28,3	- 8,7	-21,2	- 58,2
	Kroměříž	1983	42,4	91,3	26,9	160,6
		1986	71,6	99,9	54,2	225,7
		rozdíl	-29,2	- 8,6	-27,3	- 65,1
	Cheb	1983	82,2	37,8	31,0	151,0
		1986	90,2	27,4*	78,4	168,6
		rozdíl	- 8,0	+10,4	-47,4	- 45,0
Jarní ječmen ³	Pohořelice	1985	71,2	86,5	79,8	237,5
		1989	55,3	75,1	17,8	148,2
		rozdíl	+15,9	+11,4	+62,0	+ 89,3
	Kroměříž	1985	89,4	104,2	84,4	278,0
		1989	45,1	63,1	30,8	139,0
		rozdíl	+44,3	+41,1	+53,6	+139,0
	Cheb	1985	52,0	58,9	56,7	167,6
		1989	15,0	46,1	92,2	153,3
		rozdíl	+37,0	+12,8	-35,5	+ 14,3

* Pernolec

¹crop, ²winter wheat, ³spring barley, ⁴site, ⁵month, ⁶difference, ⁷total

K foliární aplikaci byl jako zdroj manganu použit chemicky čistý síran manganatý. Varianty pokusů, dávky a dobu aplikace manganu k ozimé pšenici a jarnímu ječmeni uvádí tab. III.

Pokusy byly uspořádány formou znáhodněných bloků, každá varianta měla čtyři opakování. Velikost hnojené parcely byla 60 m², sklizňové 15 m². Plodiny byly pěstovány v pořadí: ozimá pšenice (1983), kukuřice (1984), jarní ječmen (1985), ozimá pšenice (1986), ozimá pšenice (1987), kukuřice (1988) a jarní ječmen (1989).

NPK se hnojilo jednotně na všech variantách. Fosfor a draslík byly aplikovány na podzim ve formě superfosfátu a draselné soli. K ozimé pšenici se dusíkem hnojilo děleně. Na podzim před setím byl s cílem zvýšit přípustnost manganu pro rostliny z půdní zásoby použit síran amonný v dávce 50 kg N. ha⁻¹. Zbytkem dusíku do celkové dávky 110 kg N. ha⁻¹ byly rostliny přihnojeny na začátku jarní vegetace a na začátku sloupkování ve formě LAV. K jarnímu ječmeni byl dusík aplikován jednorázově před setím v LAV v dávce 60 kg N. ha⁻¹. Na podzim 1983 a 1987 se ke kukuřici hnojilo hnojem v dávce 40 t. ha⁻¹.

III. Varianty pokusů, dávky a doba aplikace síranu manganatého k ozimé pšenici a jarnímu ječmeni
— Variants of trials, doses and time of manganese sulphate application to winter wheat and spring barley

	Varianta ¹	Hnojivo ²	Doba aplikace MnSO ₄ (fáze Feekese) ³	Dávka Mn ⁴ (g. ha ⁻¹)
Ozimá pšenice ⁶ (1983) a jarní ječmen ⁷ (1985)	1	kontrola ⁵	—	—
	2	MnSO ₄	6	500
	3	MnSO ₄	6+8	500+500
	4	MnSO ₄	6+10	500+500
Ozimá pšenice ⁶ (1986)	1	kontrola	—	—
	2	MnSO ₄	6	250
	3	MnSO ₄	6+8	250+250
	4	MnSO ₄	6+10	250+250
Jarní ječmen ⁷ (1989)	1	kontrola	—	—
	2	MnSO ₄	6	250
	3	MnSO ₄	10	250
	4	MnSO ₄	6	500

¹variant, ²fertilizer, ³time of MnSO₄ application (stage after Feekes), ⁴Mn dose, ⁵control, ⁶winter wheat, ⁷spring barley

Dynamiku obsahu manganu v ornici jsme sledovali na fixované ploše ochranného pásu kontrolní varianty ve dvouměsíčním intervalu od začátku března do začátku července v letech 1982 až 1986. Základní vzorek vznikl z deseti dílčích vzorků odebraných sondovací tyčí do hloubky 20 cm. Po homogenizaci a dosušení za přirozených podmínek byla připravena jemnozerná k analytickému zpracování. Uvolnitelný obsah manganu byl stanoven ve výluhu 1M HCl (Čumakov et al., 1976) a výměnný obsah manganu v půdě podle Schachtschabela (1957).

Obsah manganu v zrně byl zjišťován po sklizni pokusu. Zrno bylo po přečištění jemně rozemleto a po mineralizaci na suché cestě v něm byl stanoven obsah manganu na AAS Varian AA-1475 (Fiala, 1985). Výsledky pokusů byly statisticky zhodnoceny analýzou variance.

VÝSLEDKY

Obsah manganu v ornici

Z údajů v tab. IV vyplývá, že všechny tři pokusy byly založeny na půdách bohatých na mangan. Nejvíce manganu uvolnitelného 1M HCl měla úrodná černozem v Pohořelicích (v průměru 284,8 mg Mn.kg⁻¹ půdy). Degradovaná černozem v Kroměříži a hnědá půda v Chebu obsahovaly v průměru kolem 230 mg Mn.kg⁻¹ půdy, přičemž jeho obsah

IV. Obsah uvolnitelného a výměnného manganu v ornici na kontrolní variantě v době nejintenzivnějšího růstu ozimé pšenice a jarního ječmene — Contents of extractable and exchangeable manganese in the topsoil in the control during most intensive growth of winter wheat and spring barley

Mangan ¹	Pokus ⁴	Měsíc ⁵	Mn (mg.kg ⁻¹)					
			1982	1983	1984	1985	1986	průměr ⁶
Uvolnitelný ² (1M HCl)	1	3.	321	271	290	290	295	293,4
		5.	299	296	246	287	287	283,0
		7.	320	249	282	265	274	278,0
	2	3.	267	208	225	243	214	231,4
		5.	272	235	200	289	228	244,8
		7.	240	213	201	201	218	214,6
	3	3.	254	212	214	222	217	223,8
		5.	238	234	218	252	221	232,6
		7.	260	232	207	221	229	229,8
Výměnný ³ (Schachtschabel, 1956)	1	3.	84	94	35	42	86	68,2
		5.	99	112	43	40	71	73,0
		7.	76	110	35	23	69	62,6
	2	3.	90	91	77	90	84	86,4
		5.	92	100	54	99	87	86,4
		7.	85	94	70	97	81	85,4
	3	3.	35	38	22	23	31	29,8
		5.	31	33	27	31	30	30,4
		7.	24	21	24	15	22	21,2

¹manganese, ²extractable, ³exchangeable, ⁴trial, ⁵month, ⁶average

v těchto půdách za celé pětileté období sledování kolísal jen od 200 do 289, resp. od 207 do 260 mg Mn.kg⁻¹ půdy.

Siřičitanovou metodou se extrahovalo v závislosti na druhu půdy dva- až desetkrát méně manganu než metodou používanou během předběžného agrochemického zkoušení orníc v ČSFR. Obsahem výměnných forem manganu se výrazně odlišovaly černozem a degradovaná černozem od hnědé půdy v Chebu.

Na rozdíl od poměrně vyrovnaného množství uvolnitelných forem manganu v půdách v jednotlivých ročnících obsah výměnných forem manganu mezi některými ročníky výrazně kolísal. Průkazný pokles výměnných forem manganu nastal ve všech ornících v roce následujícím po organickém hnojení.

Po celé období sledování nejméně těchto forem manganu měla hnědá půda. Podle kritérií používaných v bývalé NDR k hodnocení zásobenosti půd manganem se dal jen u rostlin pěstovaných na této půdě očekávat jeho nedostatek.

V. Vliv foliární aplikace síranu manganatého v různých fázích vegetace na výnos zrna ozimé pšenice a jarního ječmene — Influence of manganese sulphate foliarly applied at different stages of the growing season on winter wheat and spring barley grain yields

Pokus ¹	Varianta ²	1983		1985		1986		1989	
		ozimá pšenice ³		jarní ječmen ⁴		ozimá pšenice		jarní ječmen	
		t. ha ⁻¹	%	t. ha ⁻¹	%	t. ha ⁻¹	%	t. ha ⁻¹	%
1	1	6,43	100,0	6,21	100,0	6,45	100,0	5,65	100,0
	2	6,26	97,4	6,34	102,1	6,95	107,8	5,91	104,6
	3	5,95	92,5	6,25	100,6	6,81	105,6	6,19*	109,6
	4	6,60	102,6	6,58	106,0	6,88	106,7	6,11	108,1
2	1	6,34	100,0	4,42	100,0	7,90	100,0	3,99	100,0
	2	6,56	103,5	4,52	102,3	8,06	102,0	5,02*	125,8
	3	6,86*	108,2	4,68	105,9	7,82	99,0	5,02*	125,8
	4	6,83	107,7	5,27*	119,2	7,69	97,3	5,21*	130,6
3	1	4,39	100,0	6,64	100,0	6,02	100,0	5,05	100,0
	2	4,86	110,7	6,82	102,7	5,92	98,3	5,35	105,9
	3	4,99*	113,7	6,81	102,6	5,77	95,8	5,48*	108,5
	4	5,28*	120,3	6,86	103,3	6,33	105,2	5,32	105,3

* = $P_{0,05}$

¹trial, ²variant, ³winter wheat, ⁴spring barley

Vliv foliární aplikace síranu manganatého na výnos zrna

Rozdílné srážkové a povětrnostní podmínky v jednotlivých ročních výrazně ovlivnily konečné výnosy zrna ozimé pšenice a především jarního ječmene (tab. V). Horší výnosy pšenice v roce 1983 než v roce 1986 a ječmene v roce 1989 než v roce 1985 způsobilo především sucho v rozhodujících fázích vegetace (tab. II).

Postřik síranem manganatým v době od 6. do 10. fáze Feekese nepůsobil žádné viditelné poškození rostlin ani v dávce 500 g Mn . ha⁻¹. K poškození nadzemních částí pšenice a jarního ječmene nedošlo ani po opakované aplikaci do celkové dávky 1000 g Mn . ha⁻¹.

Síran manganatý ve většině případů stimuloval produkci zrna ječmene i pšenice. U ozimé pšenice se průkazně zvýšily výnosy zrna jen na méně úrodných půdách ve srážkově chudším roce 1983. Aplikace síranu manganatého na ječmen v době sloupkování stimulovala produkci zrna na všech třech druzích půd v roce bohatém i chudém na srážky. Mnohem významnější zvýšení výnosů však nastalo v roce 1989, kdy rostliny měly v rozhodujících fázích růstu k dispozici značně méně vody než v roce 1985.

Za stresových podmínek sucha v roce 1989 již nejmenší použitá dávka 250 g Mn . ha⁻¹ zvýšila výnosy zrna ječmene o 0,26 až 1,03 t.

VI. Vliv foliární aplikace síranu manganatého v různých fázích vegetace na obsah manganu v zrně ozimé pšenice a jarního ječmene — Influence of manganese sulphate foliarly applied at different stages of the growing season on manganese contents in winter wheat and spring barley grains

Pokus ¹	Varianta ²	1983		1985		1986		1989	
		ozimá pšenice ³		jarní ječmen ⁴		ozimá pšenice		jarní ječmen	
		mg.kg ⁻¹	%	mg.kg ⁻¹	%	mg.kg ⁻¹	%	mg.kg ⁻¹	%
1	1	27,9	100,0	12,6	100,0	41,2	100,0	13,5	100,0
	2	29,4	105,4	13,7	108,7	40,0	97,1	14,2	105,2
	3	30,0*	107,5	14,0*	111,1	40,8	99,0	14,0	103,7
	4	30,1*	107,9	14,8*	117,5	41,0	99,5	13,9	103,0
2	1	30,2	100,0	11,3	100,0	29,3	100,0	12,4	100,0
	2	32,5	107,6	11,1	98,2	29,8	101,7	12,3	99,2
	3	34,0*	112,6	11,2	99,1	30,8	105,1	12,3	99,2
	4	33,5*	110,9	13,0*	115,0	31,3	106,5	12,5	100,8
3	1	24,7	100,0	9,0	100,0	31,1	100,0	9,5	100,0
	2	24,3	98,4	9,8	108,9	31,6	101,6	10,1	106,3
	3	25,8	104,5	10,0*	111,1	32,3	103,9	9,7	102,1
	4	26,8*	108,5	9,9*	110,0	32,7	105,1	9,9	104,2

* = $P_{0,05}$

For 1—4 see Tab. V

. ha⁻¹, tj. o 4,6 až 25,8 %. Základní dávka 500 g Mn . ha⁻¹, aplikovaná na začátku sloupkování, zvýšila výnosy o 5,3 až 30,6 %.

Kromě dávky síranu manganatého měla na výši přírůstku zrna vliv i doba jeho aplikace. Při dvojím použití byl většinou největší výnosový efekt získán po aplikaci na začátku sloupkování a na začátku metání. Při jednom postřiku bylo výhodnější ošetření porostů až na konci sloupkování.

Vliv foliární aplikace síranu manganatého na obsah manganu v zrně

V porovnání se zrnem ozimé pšenice obsahovalo zrně jarního ječmene, vypěstované na stejných půdách třikrát méně manganu. Po aplikaci síranu manganatého se obsah manganu v zrně u obou obilnin zvyšoval v závislosti na použité celkové dávce hnojiva (tab. VI).

Obsah manganu v zrně významně vzrostl jen na variantách, kde byly rostliny během vegetace dvakrát ošetřeny síranem manganatým v celkové dávce 1000 g Mn . ha⁻¹. Nižší dávky síranu manganatého, aplikované v roce 1986, nezvýšily v žádném případě významně obsah manganu v zrně pšenice. U ječmene dávky do 500 g Mn . ha⁻¹ zvýšily obsah manganu v zrně maximálně o 6,3 % v suchém roce a o 8,9 % ve vlhkém roce.

Výsledky pokusů s foliární aplikací síranu manganatého ukazují, že ozimá pšenice i jarní ječmen mohou v některých fázích růstu trpět latentním nedostatkem manganu i na půdách dobře zásobených výměnnými i uvolnitelnými formami tohoto mikroprvku. To lze vysvětlit sníženým množstvím Mn^{2+} v půdě v určitém období vegetace v důsledku jejich přechodného zoxidování do forem pro rostliny pšenice a ječmene nepřijatelných.

Na půdách s pH nad 6,5 nestačilo rostlinám ozimé pšenice zajistit po celou dobu vegetace potřebné množství Mn^{2+} ani předsetové hnojení síranem amonným v dávce $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, při kterém dochází k okyselení půdy, a tím ke zlepšení zásobení rostlin manganem (Schug, Finck, 1982). Významné je zjištění, že na těchto půdách může foliární aplikace síranu manganatého v suchých ročníchích zvyšovat výnos zrna i u jarního ječmene, který je obecně považován za plodinu málo reagující na mangan (Bergmann, Neubert, 1976).

U půd dobře zásobených manganem, kterých je v ČR naprostá většina (Mazanec, 1978), rozhodují o dostatku Mn^{2+} pro rostliny oxidačně redukční podmínky a biologické procesy probíhající v půdě hlavně v době jejich nejintenzivnějšího růstu. Hnojení síranem manganatým do půdy není proto vhodná metoda k zajištění dostatku Mn^{2+} rostlinám po celou dobu vegetace a pro malou efektivnost aplikace se obecně nepoužívá (Bergmann et al., 1978). Do našich půd se však jen Superstopy a Cereritem ročně náhodně aplikovalo i přes 100 t manganu ve formě sušeného síranu manganatého (Zelený, 1981, 1990). Naše pokusy ukazují na efektivnější cestu využití této chemikálie, vyráběné v ceně několika milionů Kčs ročně.

Síran manganatý má v porovnání s ostatními manganatými hnojivy značnou výhodu v tom, že je velice laciným zdrojem manganu; není přitom horším hnojivem pro rostliny než Mn -EDTA i ostatní sloučeniny manganu, neboť příjem Mn^{2+} do listů záleží především na jejich koncentraci aplikované na povrch listů (Thow et al., 1989). Ferrandová, Chamel (1989) uvádějí, že příjem manganu do listů hrachu v porovnání se síranem zvyšovala z nejčastěji používaných chelatačních látek pouze kyselina diethylenetriaminopentaoctová.

Obsahy manganu v zrně pšenice, které jsme zjistili, odpovídají údajům v literatuře (Lástiti, 1989 aj.). Z hlediska maximálně přípustné koncentrace manganu v krmivech, tj. $250 \text{ mg Mn} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny (Anonym, 1984), leží všechny námi zjištěné obsahy manganu v zrně pšenice a hlavně ječmene velice hluboko pod touto hranicí. Po foliární aplikaci síranu manganatého se významně zvyšoval obsah manganu v zrně již při celkové dávce $1000 \text{ g Mn} \cdot \text{ha}^{-1}$. Tento poznatek by bylo možné využít např. při výrobě krmných směsí pro živočišnou výrobu. Výběrem vhodným partií zrna bohatých na mangan by se snížila potřeba uhličitany či síranu manganatého, kterými se tyto směsi obohacují.

Výsledky pokusů ukazují, že latentní nedostatek manganu u obilnin nelze spolehlivě určit stanovením uvolnitelných ani výměnných forem manganu v půdě. Pro tento účel se ukazuje vhodnější využívat analýzu nadzemních částí rostlin na mangan (Zelený, 1985, 1988).

- ANONYM: Nejvyšší povolená množství cizorodých látek v krmivech. Věst. Minist. Zeměd. Výž. ČR, 31, 1984, č. 5.
- BERGMANN, W. — NEUBERT, P.: Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. Jena, VEB Gustav Fischer Verlag 1976, 711 s.
- BERGMANN, W. — BRUCHLOS, P. — FALKE, H. et al.: Zum gegenwärtigen Stand der Düngung mit Mikronährstoffen und ihrer Ertragswirksamkeit in der DDR. Arch. Acker- Pfl.-Bau Bodenkde, 22, 1978, č. 5, s. 309-316.
- BISHOP, N. J.: Photosynthesis: The electron transport system of green plants. Ann. Rev. Biochem., 40, 1971, s. 197-226.
- CARLGREEN, K.: Spray applications of manganese in spring cereals for correcting deficiencies or for prophylaxis. In: Manganese in soils and plants. Dodrecht, Boston, London, Kluwer Acad. Publ. 1988, s. 67-68.
- COX, F. R. — KAMPRATH, E. J.: Micronutrient soil tests. In: MORTVEDT, J. J. — GIORDANO, P. M. — LINDSAY, W. L.: Micronutrients in agriculture. Soil Sci. Soc. Amer. (Madison) 1972, s. 289-317.
- ČUMAKOV, A. — DAVIDOVÁ, M. — KALAŠ, V. — LUTONSKÁ, P. — SOTÁKOVÁ, S.: Jednotné metodické stanovenie mikroelementov. Bratislava, Príroda 1976, 86 s.
- FERRANDON, M. — CHAMEL, A.: Foliar uptake and translocation of iron, zinc and manganese. Influence of chelate agents. Pl. Physiol. Biochem., 27, 1989, č. 5, s. 713-722.
- FIALA, J.: Využití atomové absorpční spektrofotometrie pro stanovení biologicky významných stopových prvků. [Závěrečná zpráva.] Praha, VÚRV 1985, 22 s.
- KRÄHMER, R.: Puti k sníženiu raschodov mikroelementov na osnove novych mikroudobrenij. [Zpráva.] Sofia, RVHP 1987, 8 s.
- LÁSZTITY, B.: Composition of mikroelements in grains of winter cereals as effected by replenishing dose of PK fertilization. Növénytermelési, 38, 1989, s. 253-258.
- LINDSAY, W. L. — NORVELL, W. A.: Development of a DPTA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Amer., 42, 1978, s. 421-428.
- MAZANEC, O.: Zásobenost orné půdy stopovými prvky v ČSR. [Zpráva.] ÚKZÚZ, 1978, 20 s.
- SILLANPÄÄ, M.: Micronutrients and the nutrient status of soils: a global study. FAO Soils Bull. (Rome), 48, 1982, 444 s.
- SCHACHTSCHABEL, P.: Die Bestimmung des Manganversorgungsgrades von Böden. Z. Pfl.-Ernähr. Bodenkde, 78, 1957, s. 147-167.
- SCHNUG, E. — FINCK, A.: Trace element mobilization by acidifying fertilizers. Pl. Nutr. (Warwick), 1982, s. 582-587.
- THOW, R. F. — BERNDT, G. F. — TAYLOR, J. M. G.: The absorption by barley plants of foliar applied manganese from several forms of manganese sprays. Res. Dev. Agric., 6, 1989, s. 15-18.
- ZAJONC, I. — BORCHMANN, W.: Auftreten, Erkennen und Verhüten von Mangan-Mangel bei manganintensiven Fruchtarten. Spez. Mikronährstoffe, 5, 1975, s. 41-46.
- ZAJONC, I. — BORCHMANN, W.: Ergebnisse zur terminisierten Mn-Blattdüngung verschiedener Getreidearten. Mangan- und Spuren-elemente. Leipzig, Arbeitstagung 1984, s. 318-325.
- ZELENÝ, F.: Ke spotřebě stopových prvků v ČSSR. Agrochémia (Bratislava), 21, 1981, č. 12, s. 348-350.
- ZELENÝ, F.: Vliv foliární aplikace síranu manganatého na produkci zrna ozimé pšenice. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1985, 30 s.
- ZELENÝ, F.: Bodenuntersuchungen und Gewebenanalysen als Einsatzkriterien der Mn-Blattapplikation. Charakterisierung pflanzenverfügbarer Nährstoffe im Boden. Tagungsberichte (Dtsch. Akad. Landwirtschaft.-Wiss.), 267, 1988, s. 123-129.
- ZELENÝ, F.: Hnojiva s mikroprvky v životním prostředí. In.: Těžké kovy v životním prostředí. České Budějovice, JBC ČSAV 1990, s. 95-98.

Došlo 8. 11. 1990

This study was aimed at investigating the influence of different manganese sulphate doses applied foliarly during plant shooting on the yields and manganese concentration in grains of winter wheat and spring barley grown on neutral soils (pH/KCl over 6.5) rich in manganese. Long-term field trials with regular crop rotation were conducted on chernozem, chernozem degraded and brown soil in 1981 (Tab. I).

NPK fertilizers and farm manure were used as generally recommended. Before wheat sowing 50 kg N per ha in the form of ammonium sulphate was used to increase availability of manganese in soils. Manganese sulphate was applied foliarly diluted in 400 l of drinking water per ha. The basic doses of 500 g of Mn per ha in the first crop rotation and 250 g Mn per ha from the second rotation started in 1985 were used (Tab. III).

Manganese contents in arable layers of soils up to 20 cm of depth at control variants were investigated regularly every second month during the main period of plant growth from 1982 to 1986 (Tab. IV). Both extractable and exchangeable manganese contents in soils were determined using 1 M HCl by the method of Čumakov et al. (1976) and the Schachtschabel's method (1957), respectively. Grains were analysed for manganese concentration after grinding and dry digestion using AAS Varian type AA-1475 (Fiala, 1985).

Extractable manganese contents in all soils were high in every year and exceeded 228 mg Mn per kg on an average. It was 2-10 fold higher than the exchangeable manganese concentration in the soils. The brown soil was significantly lowest in Mn exchangeable content. Organic manuring caused a decrease only in exchangeable forms of manganese in the soils (Tab. IV).

The final grain yields were greatly depended on weather conditions during the main growth period of wheat and barley. A lack of precipitation in 1983 and especially in 1989 decreased dramatically the yields. The results of field trials indicate that in such conditions, MnSO_4 foliarly applied, at the appropriate times and concentrations, can increase wheat and especially barley yields (Tab. V). No damages appeared on the leaves even on the variants where the dose of 500 g of Mn per ha was applied twice during the growing season.

Manganese winter wheat spraying, fertilized before sowing with ammonium sulphate, significantly increased the yields only at chernozem degraded and brown soil in the dry year of 1983. MnSO_4 foliarly applied on barley plants increased the production of grain in all cases. There was much considerable enhancement yields grain in the year 1989 when plants suffer from water shortage during the main period of vegetation (Tab. II).

In such drought stress conditions, the lowest dose used of 250 g of Mn per ha increased the barley yields by 0.26 to 1.03 t per ha, that is by 4.6 to 25.8 %; while dose of 500 g of Mn per ha only by 5.3 to 30.6 %. Repeated MnSO_4 application usually enhanced the grain production in a small extent.

Mn concentration in grains correlated with manganese doses applied. Both wheat and barley had significantly higher Mn concentration only in variants where the plants were treated twice with MnSO_4 in a total amount of 1000 g of Mn per ha (Tab. VI).

Iva Zapletalová

Výzkumný ústav pícninářský, 664 41 Troubsko

U 24 odrůd jetele plazivého formy *giganteum* a *hollandicum* byly sledovány znaky: výnos semen, začátek kvetení, počet hlávek na 1 m², hmotnost tisíce semen, výška a šířka hlávky, délka stopky květenství a plodenství, počet květů a počet semen v hlávce. Statistické zhodnocení podchytilo vliv odrůd, uživatelských let a pokusných míst v odlišných agroekologických podmínkách na expresi znaků. Z praktického výběrového hlediska má význam stanovení variability a korelací sledovaných znaků, zejména s výnosem semen. Byla prokázána opodstatněnost detailních morfologických rozborů pro jetel plazivý a naznačeny možnosti využití některých zahraničních odrůd v československém šlechtitelském programu.

Semenářství jetele plazivého je v posledních letech věnována mimořádná pozornost, neboť jeho osivo je zajišťováno dovozem ze západních zemí (Borkovcová, 1986). Plán novošlechtění Osevy a tematické úkoly MZe proto požadují zvýšení výnosu semen u domácích odrůd a výhledová odrůdová skladba do roku 2010 (Sýkora et al., 1986) předpokládá dále tvorbu odrůd s diferencovanou raností a větší plasticitou vůči půdním a klimatickým podmínkám.

Splnění náročných šlechtitelských cílů vidíme ve využití výkonných zahraničních odrůd ve šlechtitelském procesu po podrobném zhodnocení jejich vlastností v našich podmínkách. Pro vědeckovýzkumnou základnu z toho plyne úkol systematicky získávat a hodnotit zahraniční odrůdy, především z hlediska jejich variability. Ta je základním předpokladem možnosti výběru a důležitou podmínkou zvýšení efektivnosti novošlechtění. Význam má rovněž stanovení korelací, které usnadňují výběr šlechtitelského materiálu.

MATERIÁL A METODA

Na dvou pracovištích VÚP Troubsko (ve Slavicích v bramborářské výrobní oblasti, v Troubsku v řepářské výrobní oblasti) byl zhodnocen soubor 24 odrůd dvou vnitrodruhových taxonů. Z formy *giganteum* Lagr.-Foss. to byly odrůdy Astra (Polsko), Gigant (SSSR), Arcadia, Tillman, Titan (USA), z formy *hollandicum* hort. odrůdy v Velké Británii Donna, Kersey, Linda, Menna, Nesta a Sabeda, dánské odrůdy Daeno, Gandalf, Milkanova I/II, polské materiály Bb-73 a Podkowa, dále odrůdy Cultura a Retor (Nizozemsko), Predkarpatskij 1 (SSSR), Karina (SRN), Minn. A (USA), Haifa (Austrálie), Ovčák a Pastevec

{ČSFR}. Zařazení odrůd do pokusu bylo dáno možností dovozu jejich osiva ze zahraničí prostřednictvím VÚRV Praha-Ruzyně.

Polní pokusy byly založeny na jaře 1982 bez krycí plodiny metodou znárodněných bloků ve třech opakováních. Čistá pokusná plocha dílce byla 5 m², vzdálenost řádků 0,25 m, výsevek 7,5 ml. klíčivých semen na 1 ha.

V Troubsku ve dvou užitkových letech, ve Slavicích v prvním užitkovém roce (porost musel být na jaře 1984 zaorán pro vyzimování) byly hodnoceny znaky: výnos semen z první seče, začátek kvetení, počet hlávek na 1 m², počet květů a semen v hlávce, hmotnost tisíce semen sklizeného osiva (HTS). Další znaky na náhodně vybraných orgánech každé odrůdy byly z provozních a časových důvodů hodnoceny jen v roce 1983 v Troubsku: výška a šířka hlávky, délka stopky květenství a stopky plodenství.

Při statistickém zpracování experimentálních dat byl kromě průměrů pro soubor odrůd a skupiny odrůd podle botanické formy vypočítán variační koeficient v , který jako relativní hodnota umožňuje porovnání variability znaků hodnocených v různých měrných jednotkách.

Podíl odrůd na variabilitě znaků byl vyhodnocen modelem dvojného třídění analýzy rozptylu. Tukeovým testem byly určeny kontrasty mezi domácí kontrolní odrůdou Pastevec a ostatními odrůdami.

Ke stanovení vlivu podmínek prostředí na variabilitu znaků bylo použito tří metod: korelační analýzou byla posouzena stabilita znaků v letech (interanuální korelace), modelem polovičních sérií analýzy rozptylu byl kvantifikován vliv pokusných míst, regresní analýzou (Finlay, Wilkinson, 1963) byla zhodnocena reakce jednotlivých odrůd vzhledem k průměru souboru odrůd na podmínky definované místem a rokem.

Hodnoty znaků z morfologických rozborů 30 orgánů byly zpracovány modelem jednoduchého třídění analýzy rozptylu. Komponenty rozptylu a koeficienty intrakorelace byly propočteny podle postupu, který publikovala Vágnarová (1972).

Těsnost vztahů, a to jak mezi průměrnými hodnotami pro odrůdy (meziodrůdové), tak mezi logicky opodstatněnými dvojicemi všech 30 napozorovaných hodnot znaků (vnitroodrůdové), byla vyjádřena korelačními koeficienty, jejichž významnost byla testována při průkaznosti $P = 0,05$ a $P = 0,01$.

Základní data a statistické zhodnocení uvádí Zapletalová (1986).

VÝSLEDKY

Pro výnos semen byla stanovena střední až vysoká meziodrůdová variabilita ($v = 14,8$ až $64,5$ %). Současně byly prokázány větší rozdíly mezi odrůdami za méně příznivých podmínek bramborářské výrobní oblasti a druhého užitkového roku v řepařské oblasti, kdy bylo dosaženo nižšího výnosu u obou skupin odrůd i u souboru odrůd jako celku.

Analýza variance ukázala statisticky významný vliv odrůd a pokusných míst na výnos semen. Kontrolní odrůda Pastevec nebyla překonána statisticky významně žádnou odrůdou.

Z průkazné interanuaální korelace ($r = 0,51^+$) vyplývá, že odlišné podmínky užitkových let v Troubsku uplatnily svůj vliv na jednotlivé odrůdy se značnou úměrností.

Regresní analýzou byly zjištěny významné rozdíly mezi odrůdami ve stabilitě výnosu v letech a na stanovištích. Výnosová spolehlivost byla stanovena pro odrůdy Ovčák, Gandalf, Karina, za intenzivní vzhledem k průměru souboru odrůd lze označit např. odrůdy Donna, Sebeda a Cultura, za extenzivní odrůdy formy *giganteum*.

Ze semenářských znaků hodnocených v obou letech v Troubsku a v prvním užitkovém roce ve Slavicích měl vyšší meziodrůdovou variabilitu počet hlávek ($v > 30 \%$) než generativní ranost ($v < 17 \%$) a HTS sklizeného osiva ($v < 7 \%$). Rozdíly mezi odrůdami v expresi těchto znaků byly vysoce signifikantní.

Žádná odrůda nevytvořila statisticky významně vyšší počet hlávek než Pastevec. Významně generativně ranější byly odrůdy Ovčák, Haifa, Podkowa, Predkarpatskij 1, pozdnější odrůdy Kersey, Linda, Nesta, Gigant belyj, Arcadia, Tillman, Titan a s významně vyšší HTS odrůdy Retor, Podkowa a Bb-73. Průkazná interakce odrůda $\times$ pokusné místo potvrdila rozdílnou reakci odrůd na podmínky pokusných míst u těchto znaků.

Výpověď o variabilitě jednotlivých odrůd v různém prostředí míst a let dává regresní analýza; nejvyšší variabilitu měl počet hlávek, u všech znaků měly odrůdy formy *giganteum* extenzivní charakter s výjimkou odrůdy Astra. Interanuaální korelace byly statisticky významné ($r = 0,43^+$ pro HTS) a vysoce významné ($r = 0,85^{++}$ pro oba další znaky) a svědčí o malých změnách v pořadí odrůd v užitkových letech.

Ze znaků hodnocených při morfologických rozbořech 30 orgánů každé odrůdy mohl být vliv užitkových let a pokusných míst zhodnocen pro počet květů a počet semen v hlávce. Jejich stabilita ve dvou po sobě následujících užitkových letech byla prokázána signifikantní korelací $r = 0,87^{++}$ pro počet květů a $r = 0,81^{++}$ pro počet semen. Neprůkazná interakce odrůda $\times$ pokusné místo u obou znaků znamená, že odrůdy zachovaly své pořadí v souboru na pokusných místech.

Z regresních koeficientů vyplývá větší stabilita odrůd pro počet semen. Podobně jako u výše zmíněných znaků měly odrůdy formy *giganteum* kromě odrůdy Astra extenzivní charakter, odrůdy formy *hollandicum* převážně intenzivní charakter.

Zhodnocení všech znaků z morfologických rozborů, tj. včetně rozměrů hlávky a stopky, prokázalo významný vliv odrůd na jejich variabilitu. Následným zjišťováním průkaznosti rozdílů Tukeyovým testem byly stanoveny statisticky významné rozdíly proti odrůdě Pastevec u těchto znaků: v šířce hlávky u odrůdy Haifa, v délce stopky plodnosti u odrůd Gandalf a Retor, v počtu květů v hlávce u odrůdy Titan v roce 1983 v Troubsku, u odrůd Arcadia, Tillman a Titan v roce 1984 v Troubsku a u odrůd Arcadia a Titan v roce 1983 ve Slavicích.

Meziodrůdová variabilita znaků z morfologických rozborů byla vyšší v méně příznivých podmínkách, kdy byly průměrné hodnoty znaků pro odrůdy i jejich soubor nižší.

Meziodrůdová variabilita znaků hlávky a stopky byla nižší ($v = 6,9$ až $11,3 \%$) než variabilita počtu květů a semen ($v = 19,2$ až $29,3 \%$). Stejně trendy byly stanoveny pro vnitroodrůdovou variabilitu: $v = 7,3$

až 23,8 % pro hlávku a stopku, $v = 27,4$ až 53,3 % pro počet květů a semen. Vnitroodrůdová variabilita byla u všech znaků vyšší než variabilita meziodrůdová. To má význam hlavně pro délku stopky květenství a plodenství, které by mohly usnadnit opylování a dozrávání hlávek. Vysokou vnitroodrůdovou variabilitu současně pro oba tyto znaky měly odrůdy Ovčák, Arcadia, Haifa a Podkowa.

K porovnání meziodrůdové a vnitroodrůdové variability sloužily komponenty rozptylu a koeficienty intrakorelace, vyjadřující stupeň shody pozorování uvnitř odrůdy. Nejmenší shoda uvnitř odrůd se projevila u počtu semen a u výšky hlávky. U znaků hodnocených ve dvou letech nebo na dvou pokusných místech se ukázalo, že vliv prostředí se u všech znaků uplatnil, ale s různou intenzitou. Byla stanovena vyšší vnitroodrůdová variabilita ve Slavicích než v obou letech v Troubsku a potvrzen rovněž vliv ročníku: u počtu květů se ve druhém užitkovém roce snížila vnitroodrůdová složka, zatímco u počtu semen byl trend v letech opačný.

Z ověření vztahů mezi hodnocenými znaky navzájem i mezi těmito znaky a výnosem semen vyplynuly tyto poznatky:

Pro výnos semen byl primárním faktorem počet hlávek na plošné jednotce. Pro generativní ranost a HTS byly vztahy k výnosu statisticky průkazné jen v klimaticky příznivých podmínkách roku 1983.

Nejvyšší systematickou hodnotu a agrobotanický význam mají ze sledovaných znaků velikost hlávky, generativní ranost a počet hlávek na 1 m², vyjadřující intenzitu kvetení.

Délka stopky květenství a délka stopky plodenství jsou znaky s velmi těsnou korelací, tedy vzájemně zastupitelné, proto stačí hodnotit jeden z nich.

Z ostatních meziodrůdových korelací byl kladný a statistický vysoce průkazný vztah mezi výškou a šířkou hlávky a dále vztah mezi počtem květů a počtem semen.

Hodnocení vnitroodrůdových vztahů ukázalo jednoznačný průkazný vztah mezi výškou a šířkou hlávky u všech odrůd a také u většiny odrůd významný vztah mezi počtem květů a počtem semen, silnější v prvním užitkovém roce v Troubsku. Ostatní dvojice znaků byly v rámci odrůd korelovány různě — od vysoce průkazně kladných až po vysoce průkazně záporné, a to i v rámci téhož sklizňového ročníku.

DISKUSE

Statistické zhodnocení prokázalo významný vliv odrůd na variabilitu všech sledovaných znaků. Rovněž vliv pokusných míst byl většinou statisticky významný. Současně se ukázalo, že podmínky prostředí, které ovlivnily soubor i skupiny odrůd, ovlivnily jednotlivé odrůdy se značnou úměrností.

Výnos semen se ve sledovaném souboru odrůd ukázal jako dosti proměnlivý, což odpovídá dřívějším poznatkům (Zapletalová, 1989). Kromě genetických vlivů a meteorologických faktorů se na variabilitě mohla podílet i různá atraktivnost odrůd pro včely, kterou prokázal v jiném souboru odrůd Ptáček (1981), a tím selektivní nálet opylovačů v polním pokusu.

Velký význam má hodnocení variability morfologických a fenologických znaků, které slouží šlechtitelům pro počáteční výběry z velkých populací. Poznatky o proměnlivosti těchto znaků v hodnoceném souboru odrůd jsou v souladu s literárními údaji: počet hlávek označili za vysoce variabilní znak polští autoři Loňc, Ramenda (1981) na základě studia pěti domácích odrůd a Zapletalová (1989); stabilitu HTS prokázali Vacková, Vacek (1977), Ramenda (1981) aj.

Protože morfologické znaky nevykázaly stejnou reakci na podmínky prostředí, bude nutné hodnotit je u daného materiálu vždy v konkrétních podmínkách pokusných míst a let.

V rámci souboru odrůd lze odrůdy formy *hollandicum* označit za převážně intenzivní vzhledem k průměru souboru a odrůdy formy *giganteum* (kromě odrůdy Astra) za extenzivní, tj. takové, které v příznivých podmínkách mají podprůměrné hodnoty znaků. S přihlédnutím k odchylnému postavení odrůdy Astra v rámci souboru odrůd a k jejímu odlišnému morfologickému charakteru v porovnání s dalšími odrůdami formy *giganteum* lze její zařazení k formě *giganteum* šlechtitelem (Ramenda, 1981) považovat za diskutabilní.

Na příkladu této odrůdy se současně potvrdil význam detailních morfologických rozborů u tak proměnlivého druhu s množstvím různorodých odrůd, jakým je jetel plazivý. Jsou základem pro taxonomické třídění odrůd, a tím i jejich předpokládané uplatnění v praxi. Odrůdy formy *hollandicum* jsou doporučovány pro pastevní a luční porosty, odrůdy formy *giganteum* (známé pod označením Ladino) do krátkodobých porostů pro luční i polní využití a pro závlahu (Zapletalová, 1987).

Pokus v řepářské výrobní oblasti poskytl úplnější informace o jednotlivých odrůdách, které zde lépe realizovaly své genetické založení a současně citlivěji reagovaly na vhodnější klimatické podmínky. Projevilo se tedy mezi nimi více rozdílů a současně daly vyšší výnos semen, dříve kvetly a vytvořily více hlávek na 1 m². S přihlédnutím k předpokládané vyšší frekvenci opylovačů tak pokus potvrdil potřebu rajonizace semenářských porostů jetele plazivého do řepářské výrobní oblasti, jak ji navrhl Raděj (1983), Zapletalová (1989). Současně se ukázala nutnost šlechtění na vyšší výnos semen i v povětrnostně méně příznivých letech.

Důležitým poznatkem je vyšší vnitroodrůdová variabilita oproti variabilitě meziodrůdové. Umožňuje u znaků v rámci souboru odrůd stabilních nalézt odrůdy s vysokou vnitroodrůdovou proměnlivostí, vhodné k využití ve šlechtění. Má to význam zejména pro délku stopky květenství a plodenství, na něž se zaměřují angličtí a sovětské šlechtitele (Zapletalová, 1987). Hodnocení vnitroodrůdové variability (stejně jako vnitroodrůdových vztahů) v dostupné zahraniční literatuře chybí.

Korelační analýza prokázala, že při šlechtění na vyšší výnos semen je potřeba se zaměřit především na počet hlávek na ploše. K obdobnému závěru dospěli Ramenda (1981), Zapletalová (1987).

Z porovnání meziodrůdových a vnitroodrůdových korelací vyplývá, že silný kladný vztah mezi výškou a šířkou hlávky, resp. mezi počtem květů a počtem semen v hlávce je možné označit za charakteristický pro odrůdy i druh *sensu lato*. U ostatních znaků byl charakter a stupeň

vztahů různý, neboť v každé odrůdě (jako heterozygotní populaci) byly jiné poměry. Z praktického výběrového hlediska je proto možno doporučit, aby byly potřebné vztahy před případným šlechtitelským využitím ověřeny vždy u konkrétních odrůd. Jejich zobecňování pro daný rostlinný druh je problematické.

Literatura

- BORKOVCOVÁ, R.: Oseva na zahraničních trzích. Zprav. Osevy, 1986, č. 3, s. 23-24.
- FINLAY, K. W. — WILKINSON, G. N.: The analysis of adaptation in a plant breeding programme. Austral. J. agric. Res., 14, 1963, s. 742-754.
- LOŇC, W. — RAMENDA, S.: Zmienność cech struktury plonu nasion koniczniny białej. Zesz. nauk. Akad. Roln., 1981, č. 167, s. 75-87.
- PTÁČEK, V.: Atraktivnost odrůd sortimentu jetele plazivého. Včelařství, 1981, č. 8, s. 148-150.
- RADEJ, J.: Pěstování jetele plazivého na semeno. Stud. Inform. ÚVTIZ, Rostl. Vyr., 1983, s. 1-63.
- RAMENDA, S.: Ocena zdolności do produkcji nasiennej odmian koniczniny białej na tle innych wartości gospodarczych. Zesz. nauk. Akad. Roln., 1981, č. 167, s. 89-113.
- SÝKORA, S. a kol.: Prognóza vědeckotechnického rozvoje pícninářství do roku 2010. Troubsko u Brna, VŠÚP 1986, s. 1-50.
- VACKOVÁ, V. — VACEK, V.: Posouzení stability vybraných vlastností v sortimentu jetele plazivého. Acta Univ. agric. (Brno), Řada A, 25, 1977, č. 3, s. 89-100.
- VÁGNEROVÁ, V.: Šlechtitelské zhodnocení variability některých výběrových znaků vojtěsky seté (*Medicago sativa* L.). Acta Univ. agric. (Brno), Řada A, 20, 1972, č. 1, s. 19-27.
- ZAPLETALOVÁ, I.: Studium meziodrůdové a vnitroodrůdové variability genetických zdrojů druhu *Trifolium repens* L. [Kandidátská disertace.] Troubsko u Brna, 1986, s. 1-129. Výzk. Šlecht. Úst. pícnin.
- ZAPLETALOVÁ, I.: Odrůdová skladba jetele plazivého z hlediska šlechtitelských cílů a produkčního potenciálu. In: Sbor. Předn. Využití barevných jetelovin, Třebíč, 1987, s. 30-33.
- ZAPLETALOVÁ, I.: Vliv stanoviště a sklizňového ročníku na výnos semen a semenářské charakteristiky odrůd jetele plazivého. In: Sbor. věd. Prací, Koncern. výzk. šlecht. Úst. pícnin. Troubsko, 1989, č. 11, s. 85-94.

Došlo 3. 9. 1990

I. ZAPLETALOVÁ (Research Institute of Fodder Crops, Troubsko):
Variability and correlation of seed traits in white clover varieties.
 Rostl. Vyr., 38, 1992 (1) : 57-62.

The following traits have been studied in 24 white clover varieties, the *giganteum* and *hollandicum* forms: the seed yield, onset of anthesis, number of heads per m² 1000-seed weight, height and width of head, length of inflorescence and fruit stems, number of flowers and seeds per head. The statistical evaluation concentrated on the influence of varieties, performance years and experimental sites under different agro-ecological conditions on the expression of traits. The determination of variability and correlations traits under study, especially with the seed yield, has its meaning from the practical selection point of view. Detailed morphological analyses were proved for white clover and the possibilities of using some foreign varieties in the Czechoslovak breeding programme were suggested.

REAKCIA VYBRANÝCH ODRÔD LUCERNY NA SPÔSOB ZALOŽENIA PORASTU

Pavel Jamriška

Výskumný ústav rastlinnej výroby, 921 68 Piešťany

V poľných pokusoch sa skúmal účinok sejby bez krycej plodiny a podsevu do jarného jačmeňa na zrna a ovsu na krm na úrodu piatich odrôd lucerny. Hodnotila sa pritom úroda sušiny za druhý a tretí rok vegetácie, kompletnosť porastu, vybrané ukazovatele koreňovej hmoty, obsah cukrov a dusíkatých látok v koreňoch (na jeseň v roku sejby) a produkcia sušiny zo zásobných látok koreňov (na jeseň v treťom roku vegetácie). Najmarkantnejšie rozdiely v reakcii na založenie porastu boli medzi nšl. Rod—D a BU—687. Nepriaznivý vplyv podsevu sa uplatňoval prostredníctvom obmedzovania rozvoja koreňovej hmoty, zníženie kompletnosti porastu i obsahu cukrov a dusíkatých látok v koreňoch lucerny. Pri hmotnosti koreňov po znížení v podseve v jačmeni v roku sejby nasledoval prírastok, ktorý dosiahol na konci tretieho roka vegetácie hodnotu 4,3- až 4,7násobku hmotnosti zistenej v roku sejby. Na porastoch bez krycej plodiny predstavoval prírastok hmotnosti koreňov za rovnaké obdobie 1,7- až 2násobok. V oboch prípadoch bola najvyššia hodnota pri nšl. Rod—D. Uvedené nšl. bolo tolerantnejšie proti podsevu ako BU—687. Okrem úrody sa to prejavilo menším poklesom hmotnosti koreňov i menším poškodením porastov.

Odroda je nesporne dôležitým faktorom racionálnej intenzifikácie rastlinnej výroby. Neplatí to však úplne pri lucerne, najmä v našich podmienkach. Príčinou toho sú zrejme biologické špecifiká tejto plodiny, určitá uniformita nášho sortimentu a snáď aj nedostatočné otestovanie reakcie odrôd na rozhodujúce agrotechnické opatrenia. Jedným z takých opatrení môže byť založenie porastu, ktoré výrazne ovplyvňuje ďalší vývoj a úrodnosť porastu (Lupašku, 1988). V domácej literatúre je v porovnaní s vyspelým zahraničím pomerne málo prác tohto druhu (Binderová, Holý, 1988), väčšina z nich je orientovaná skôr na zaistenie reakcie odrôd na hnojenie alebo využívanie (Pristaš, 1988), popr. na výsevok (Binderová, Chloupek, 1990). Stanovenie preukaznej reakcie odrody môže nájsť v takomto prípade využitie v pestovateľskej technológii.

V predloženej práci sú spracované výsledky pri riešení etapy výskumnej úlohy (Jamriška, 1988a). Cieľom riešenia bolo zistiť reakciu piatich odrôd lucerny na najpoužívannejšie spôsoby založenia porastu.

MATERIÁL A METÓDA

Poľné pokusy sme zakladali na degradovanej černozemi 170 m n. m. s priemernou ročnou teplotou 9,1 °C a zrážkami 625 mm. Vysievali sme dve odrody najviac pestované na Slovensku (Palava i Nitranka) a tri nšl. (Rod-D, BU-489, BU-687) vždy na jar bez krycej plodiny, podsevom do jarného jačmeňa na zrna a do ovsu zberaného v mliečnej zrelosti. Z nšl. Rod-D predstavoval pokus o vyšľachtenie odrody tolerantnej ku spásaniu, ostatné dve boli vyšľachtené na VŠÚ Bučany (ing. Lošon-

s k ý). Podrobnejšie je metodický postup popísaný v predchádzajúcej práci (Jamriška, 1989b).

V príspevku sú analyzované priemerné úrody za druhý a tretí rok vegetácie spolu a priemerné úrody z porastov založených bez krycej plodiny a do ovsa za celú dobu využívania porastu. Okrem úrod sušiny bol vyhodnotený podiel prázdnych miest v poraste podľa modifikovanej metódy (Jamriška, 1988b), vybrané ukazovatele koreňovej hmoty, obsah cukrov a dusíkatých látok v koreňoch i tvorba sušiny z ich zásobných látok. Korene sme odoberali dvakrát (okrem porastov z ovsa a odrody Nitranka) na jeseň v roku sejby a pred vyoraním pokusu z 1 m dĺžky 1 riadku (3 opakovania) do hĺbky 250 mm. Hodnotili sme hmotnosť sušiny koreňov, hrúbku pod kŕčikom a 250 mm hlboko i dĺžku odnožovacej zóny na koreňovom kŕčíku. V roku 1985 na jeseň pred vyoraním posledného pokusu sme odoberali z porastov odrôd Palava, Nitranka a Rod-D z každého opakovania po 25 koreňov, tieto sme upravili na rovnakú dĺžku a odstránili výhonky. Takto upravené korene boli uložené do plytkých nádob s vodou v laboratóriu pri teplote 18 °C a zatemnení. V pravidelných týždňových intervaloch sme strihali vytvorené výhonky. Po dvoch mesiacoch bol vyhodnotený počet živých koreňov a množstvo sušiny vyprodukovanej zo zásobných látok. Získané výsledky sme spracovali analýzou rozptylu a rozdiely testovali Tukeyovým testom.

VÝSLEDKY

V úrodách skúšaných odrôd neboli rozdiely v priemere druhého a tretieho roku vegetácie (tab. I). Účinok založenia porastu bol naproti tomu vysokopreukazný. Porasty bez krycej plodiny mali najvyššie a podsevy z jačmeňa najnižšie úrody. Rozdiely medzi spôsobmi založenia boli vysokopreukazné. Vysokopreukazný bol aj vplyv ročníkov.

Vo vysokovýznamnej interakcii odroda X založenie porastu nebolo rozdielu medzi úrodami nšl. Rod-D z porastov bez krycej plodiny a z podsevu v ovse. Podobne rovnakú úroveň úrod mali BU-489 a Rod-D z podsevu v ovse a Nitranka bez krycej plodiny. Vyššia úroda BU-687 oproti Rod-D po sejbe bez krycej plodiny predstavovala jediný prípad preukazného rozdielu medzi odrodami na úrovni toho istého spôsobu založenia porastu. Vo významnej interakcii odroda X ročník mali všetky odrody nižšie úrody v rokoch 1982—1983.

Vysokú preukaznosť interakcie ročník X založenie porastu charakterizovali najvyššie úrody po sejbe bez krycej plodiny a podseve do ovsa v ročníkoch 1984—1985, zatiaľ čo porasty z podsevu v jačmeni mali najvyššiu úrodu v ročníkoch 1983—1984. Porasty zasiate bez krycej plodiny mali v ročníkoch 1983—1984 a 1984—1985 rovnaké úrody. Úroda z porastov podsiatych do ovsa sa v úrodnejších rokoch 1984—1985 a 1983—1984 vyrovnala úrode porastu bez krycej plodiny z menej úrodných rokov 1982—1983. Podobne rovnakú úroveň mali úrody podsevov z ovsa v rokoch 1982—1983 a z podsevov z jačmeňa v rokoch 1984—1985.

V hodnotení sejby bez krycej plodiny a podsevu do ovsa za celé trvanie pokusu (tab. II) bol vplyv odrody opäť nepreukazný. Porasty bez krycej plodiny mali v priemere síce významne vyššie úrody, ale absolútna hodnota rozdielu bola minimálna. Vo vysokovýznamnej inter-

I. Vplyv založenia porastu na úrodu ($t \cdot ha^{-1}$) v priemere za druhý a tretí rok vegetácie spolu — Effect of stand establishment on the yield (t per ha) on an average for the second and the third year of the growing season total

Sposôb založenia porastu ¹	Pokusy v rokoch ⁶	Odroda ⁷						
		Palava	Nitranka	Rod-D	BU-489	BU-687	priemer ⁵	
							t. ha ⁻¹	rel. %
Bez krycej plodiny ²	1982–1983	14,68	13,48	14,42	14,33	15,31	14,44	100
	1983–1984	16,07	16,53	14,71	15,56	15,99	15,77	100
	1984–1985	16,37	15,08	15,39	16,55	16,44	15,97	100
	$\bar{x}$	15,71	15,03	14,85	15,48	15,91	15,39	100
Podsev do ovsa zberaného v mliečnej zrelosti ³	1982–1983	12,45	11,71	12,81	12,66	12,41	12,41	85,9
	1983–1984	14,20	13,91	14,97	14,19	14,37	14,33	90,9
	1984–1985	15,13	15,35	14,46	15,47	14,90	15,06	94,3
	$\bar{x}$	13,93	13,66	14,09	14,11	13,89	13,93	90,5
Podsev do jarného jačmeňa na zrno ⁴	1982–1983	9,83	10,41	10,57	10,57	10,30	10,34	71,6
	1983–1984	13,27	13,09	13,57	13,37	12,64	13,19	83,6
	1984–1985	13,04	12,59	12,61	12,70	11,43	12,47	78,1
	$\bar{x}$	12,05	12,03	12,25	12,21	11,46	12,00	78,0
Priemer ⁵	1982–1983	12,32	11,87	12,60	12,52	12,67	12,40	—
	1983–1984	14,51	14,51	14,42	14,37	14,33	14,43	—
	1984–1985	14,85	14,34	14,15	14,91	14,26	14,50	—
	$\bar{x}$	13,89	13,57	13,73	13,93	13,75	13,77	—

Hd — p — 0,05; spôsob založenia porastu — 0,30; pokusy (ročníky) — 0,30; založenie porastu × × odroda — 0,99; odroda × pokus (ročník) — 0,99; založenie porastu × pokus (ročník) — 0,70

¹way of stand establishment, ²without cover crop, ³undersowing into oats harvested at milk ripeness

⁴undersowing into grain spring barley, ⁵average, ⁶trials for the years, ⁷variety

akcii odroda X založenie pokusu vidieť na porastoch bez krycej plodiny významne vyššiu úrodu nšl. BU-687 oproti Rod-D, ktoré ako jediné zo skúšaných odrôd malo preukazne vyššiu úrodu po podseve do ovsa ako po sejbe bez krycej plodiny. Pri všetkých ostatných boli úrody po oboch spôsoboch založenia porastu prakticky rovnaké.

Zatiaľ čo v porastoch vysiatych bez krycej plodiny sme nezistili výskyt prázdnych miest (tab. III), porasty z podsevo a jačmeňa mali evidentne zníženú kompletnosť. Na podsevoch z ovsa bolo zastúpenie prázdnych miest bezvýznamné. S vekom porastu mala nekompletnosť tendenciu narastania.

Z hodnotených ukazovateľov (tab. IV) v makroštruktúre koreňovej hmoty (neodoberali sa vzorky z odrody Nitranka a porastov založených do ovsa) bola založením porastu najviac poznačená hmotnosť koreňov a relatívne najmenej dĺžka odnožovacej zóny.

Pred vyoraním porastu v treťom roku vegetácie bolo vidieť nega-

II. Priemerné úrody sušiny za celú dobu užívania z porastov založených bez krycej plodiny a do ovsa — Average dry matter yields for the whole period of utilization from the stands established without cover crop and into oats

Odroda ¹	Spôsob založenia porastu ²				
	bez krycej plodiny ³ (t.ha ⁻¹)	do ovsa zberaného v mliečnej zrelosti ⁴		priemer ⁵	
		t.ha ⁻¹	rel. % (bez krycej plodiny = 100)	t.ha ⁻¹	rel. % ($\bar{x}$ = 100)
Palava	12,73	12,75	100,16	12,74	100,71
Nitranka	12,24	12,66	104,11	12,45	98,42
Rod-D	12,16	12,97	106,66	12,56	99,29
BU-489	12,63	12,75	100,95	12,69	100,32
BU-687	12,88	12,81	99,45	12,84	101,50
Priemer	12,52	12,79	102,15	12,65	100,00

Hd — p — 0,05; založenie porastu — 0,19; odroda × založenie porastu — 0,69

¹variety, ²way of stand establishment, ³without cover crop, ⁴into oats harvested at milk ripeness, ⁵average

tívne rezídium jarného jačmeňa už len na hmotnosti koreňov, popr. na dĺžke zóny odnožovania. V ostatných ukazovateľoch sa porast dokázal s negatívnym pôsobením jačmeňa prakticky vysporiadať.

Založenie porastu ovplyvnilo aj obsah cukrov a dusíkatých látok (tab. V) v koreňoch (rozbory z jesene v roku sejby bez porastov z ovsa a bez odrody Nitranka). Až na odrodu Palava podsev do jačmeňa znížoval obsah cukrov v koreňoch. Čo sa týka obsahu celkových dusíkatých látok, bola táto tendencia ešte výraznejšia. Medzi odrodami neboli zistené zreteľné rozdiely až na nižší obsah cukrov pro BU-687.

Tvorbu sušiny zo zásobných látok koreňov (bez svetla) ovplyvnil najvýraznejšie spôsob založenia porastu (tab. VI). Korene z porastov založených do jačmeňa na zrno vytvorili preukazne viac sušiny ako korene z porastov bez krycej plodiny, popr. podsevov v ovse. Z troch zaradených odrôd bol rozdiel medzi nšl. Rod-D a odrodou Nitranka tesne pod hranicou preukaznosti. Vo významnej interakcii odroda × založenie porastu bol preukazný len rozdiel medzi najväčším množstvom vyprodukovanej sušiny nšl. Rod-D z podsevu v jačmeni a najnižším pri odrode Nitranka bez krycej plodiny. Pri novošľachtení Rod-D bolo relatívne najnižšie percento odumretých koreňov. Podobne korene z podsevov v jačmeni mali o poznanie nižší úhyn ako korene z podsevov v ovse alebo bez krycej plodiny.

DISKUSIA

Negatívny účinok podsevu lucerny do jačmeňa na zrno sa uplatňoval najmä obmedzovaním rozvoja jej koreňového systému. Ako udávajú Gist, Mott (1957), je to výsledkom konkurencie najmä o svet-

III. Priemerný podiel prázdnych miest v poraste v % plochy (100 % - x = kompletnosť) – Average proportion of blank space in the stand in % of area (100 % - x = completeness)

Spôsob založenia porastu ¹	Čas stanovenia ⁴	Rok ⁷	Odroda ⁸					
			Palava	Nitranka	Rod-D	BU-489	BU-687	priemer ⁹
Podsev do jarného jačmeňa na zrno ²	na jar v 2. roku vegetácie ⁵	1982	45,7	39,4	31,6	28,9	33,3	35,8
		1983	12,5	9,2	11,8	11,1	15,3	12,0
		1984	5,2	13,2	16,3	10,7	21,0	13,3
		$\bar{x}$	12,5	18,8	18,5	15,7	21,7	18,5
	pred vyoraním v 3. roku vegetácie ⁶	1983	56,2	45,6	38,2	34,7	40,8	43,1
		1984	13,9	10,1	13,5	12,7	17,4	13,5
		1985	6,9	16,9	19,9	13,8	23,0	16,1
		$\bar{x}$	25,7	24,2	23,9	20,4	27,1	24,2
	na jar v 2. roku vegetácie ⁵	1982	0,2	0	0	0	0	0
		1983	1,5	2,2	2,5	1,3	0,9	1,7
		1984	5,3	2,6	5,1	0,6	2,7	3,3
		$\bar{x}$	2,4	1,6	2,5	0,6	1,2	1,7
	pred vyoraním v 3. roku vegetácie ⁶	1983	0,4	0,3	0,6	0,3	0,6	0,4
		1984	1,7	3,7	2,9	1,6	2,1	2,4
		1985	6,4	3,6	7,3	1,9	4,0	4,6
		$\bar{x}$	2,8	2,5	3,6	1,2	2,3	2,5

¹way of stand establishment, ²undersowing into grain spring barley, ³under sowing in oats harvested at milk ripeness, ⁴time of determination, ⁵in spring in the second year of growing season, ⁶before ploughing up in the third year of the growing season, ⁷year, ⁸variety, ⁹average

lo a vodu. Rastliny z podsevu mali na jeseň v roku sejby takmer trikrát nižšiu hmotnosť koreňov ako z porastu bez krycej plodiny. Nevyrovnali sa im úplne ani na konci tretieho roka vegetácie napriek 4,3- až 4,7násobnému prírastku hmotnosti koreňov, čo je dvakrát vyšší prírastok, ako uvádza Larin [cit. Lichner et al., 1983] zrejme z porastov bez krycej plodiny. Na porastoch bez krycej plodiny sme v rovnakom období aj my zistili len 1,7- až 2násobok hodnoty koreňov z roku sejby. Je zaujímavé, že v oboch prípadoch relatívne najviac hmoty koreňov pribudlo nšl. Rod-D. Medzi skúšanými odrodami nebolo v tomto smere jednoznačných rozdielov, za zmienku snáď stoja vyššie absolútne hodnoty pri nšl. BU-489 a BU-687 i najväčší pokles hmotnosti koreňov na poraste z podsevu v jačmeni pri BU-687.

Ostatné sledované ukazovatele koreňovej hmoty boli ovplyvnené podsevom relatívne menej a na jeseň v treťom roku vegetácie sa prakticky vyrovnali rastlinám vysiatym bez krycej plodiny. Pozoruhodnou je reakcia dĺžky odnožovacej zóny na koreňovom kŕčiku. Podsev všeobecne spôsobil jej skrátenie, z čoho možno usudzovať, že rastliny rea-

IV. Priemerné hodnoty vybraných ukazateľov makroštruktúry koreňovej hmoty — Average values of selected parameters of root dry matter macrostructure

Spôsob založenia porastu ¹	Ukazovateľ ⁴	Čas stanovenia ⁹	Odroda ¹⁰				
			Palava	Rod-D	BU-489	BU-687	priemer ¹¹
Bez krycej plodiny ²	hmotnosť koreňov ⁵ (g)	1	66,00	66,45	74,05	76,94	70,86
		2	111,11	130,06	132,28	138,44	127,97
	hrúbka koreňa pod krčkom ⁶ (mm)	1	4,11	3,61	3,53	3,97	3,80
		2	5,73	5,25	5,20	5,64	5,46
	hrúbka koreňa 250 mm v pôde ⁷ (mm)	1	1,53	1,42	1,39	1,39	1,43
		2	2,25	2,34	2,10	2,30	2,27
	dĺžka odnožovacej zóny ⁸ (mm)	1	13,09	11,64	12,47	12,16	12,34
		2	19,34	19,01	18,38	17,41	18,53
Podsev jarného jačmeňa na zrno ³	hmotnosť koreňov ⁵ (g)	1 g	22,44	25,33	28,77	26,44	25,74
		rel. %	34,00	38,12	38,75	34,36	36,32
		2 g	103,17	119,39	122,78	118,0	115,83
		rel. %	92,85	91,80	92,82	85,23	90,51
	hrúbka koreňa pod krčkom ⁶ (mm)	1 mm	2,77	2,60	2,81	2,53	2,68
		rel. %	67,40	72,02	79,60	63,73	70,53
		2 mm	5,60	5,49	5,26	5,52	5,47
		rel. %	97,73	104,97	101,15	97,87	100,18
	hrúbka koreňa 250 mm v pôde ⁷ (mm)	1 mm	0,86	0,93	0,92	0,80	0,88
		rel. %	56,21	65,49	66,19	57,55	61,54
		2 mm	2,36	2,34	2,45	2,36	2,37
		rel. %	103,11	100,00	111,87	102,61	104,40
	dĺžka odnožovacej zóny ⁸ (mm)	1 mm	8,13	8,31	8,38	7,91	8,18
		rel. %	62,11	71,39	67,20	65,05	66,29
		2 mm	17,59	16,02	16,34	18,24	17,05
		rel. %	90,95	84,27	88,90	104,76	92,01

1 — na jeseň v roku sejby¹²; 2 — v 3. roku vegetácie na jeseň pred zaoraním porastu¹³; Hd — p — 0,05; len založenie porastu — hmotnosť — 6,3; hrúbka pod koreňovým krčkom — 0,52; hrúbka koreňa — 0,14; dĺžka odnožovacej zóny — 1,06 (v roku sejby)

¹way of stand establishment, ²without cover crop, ³undersowing into grain spring barley, ⁴parameter, ⁵root weight, ⁶root thickness below crown, ⁷root thickness 250 mm in soil, ⁸length of shooting zone, ⁹time of determination, ¹⁰variety, ¹¹average, ¹²in autumn in the year of seeding, ¹³in 3rd year of the growing season in autumn before stand ploughing

V. Obsah celkových cukrov a dusíkatých látok v sušine koreňov (v %) na jeseň v roku sejby (bez krycej plodiny – 100 %) – Total sugar and crude protein content in root dry matter (in %) in autumn in the year of seeding (without cover crop – 100 %)

Ukazovateľ ¹	Spôsob založenia porastu ⁴	Odroda ⁷				
		Palava	Rod-D	BU-489	BU-687	priemer ⁸
Cukry celkové ²	bez krycej plodiny ⁵	5,13	5,41	5,20	4,88	5,16
	podsev do jačmeňa ⁶ abs.	5,17	5,07	5,13	4,61	4,99
	rel.	100,78	93,71	98,65	94,47	96,70
	$\bar{x}$	5,15	5,24	5,16	4,75	5,07
Dusíkaté látky celkové ³	bez krycej plodiny ⁵	13,02	13,63	13,63	13,92	13,55
	podsev do jačmeňa ⁶ abs.	12,57	13,39	12,73	12,75	12,86
	rel.	96,54	98,24	93,40	91,57	94,91
	$\bar{x}$	12,79	13,51	13,18	13,33	13,20

¹parameter, ²total sugars, ³total crude protein, ⁴way of stand establishment, ⁵without cover crop, ⁶undersowing into barley, ⁷variety, ⁸average

VI. Tvorba sušiny zo zásobných látok koreňov (za dva mesiace, v laboratórnych podmienkach, bez prístupu svetla) – Dry matter formation from root storage (without access of light, for two months, in laboratory conditions)

Ukazovateľ ¹	Spôsob založenia porastu ⁴	Odroda ⁹			
		Palava	Nitranka	Rod-D	priemer ⁸
Odumreté korene za dobu trvania pokusu ² (%)	bez krycej plodiny ⁵	52	52	40	48
	podsev do ovsa ⁶	58	49	41	49,3
	podsev do jačmeňa ⁷	43	52	33	42,7
	priemer ⁸	51	51	38	46,3
Celkom vytvorená sušina ³ (g)	bez krycej plodiny ⁵	1,83	1,65	2,91	2,13
	podsev do ovsa ⁶	1,77	1,85	2,70	2,11
	podsev do jačmeňa ⁷	3,57	3,00	3,82	3,46
	priemer ⁸	2,39	2,16	3,15	2,57

Hd – p – 0,05; (celkom vytvorená sušina) – odrody – 1,02; spôsob založenia porastu – 1,02 interakcia – 2,04

parameter, ²dead roots for the period of trial duration, ³total dry matter produced, ⁴way of stand establishment, ⁵without cover crop, ⁶undersowing into oats, ⁷undersowing into barley, ⁸average, ⁹variety

govali na konkurenciu krycej plodiny tvorbou menej vzpriameného trsu. Ďatelina lúčna je i vďaka tejto vlastnosti (horizontálne utváraná ružica lisov) nepomerne tolerantnejšia proti krycej plodine alebo trávam v miešanke ako lucerna. V druhom a treťom roku došlo síce aj na porastoch z podsevu k podstatnému predĺženiu zóny odnožovania (1,9 až 2,3krát), avšak len pri nšl. BU-687 bola dlhšia ako na poraste bez krycej plodiny.

Podsev lucerny do obilniny sa prejavil nepriaznivo aj na kompletnosti porastu. Jarný jačmeň podľa očakávania pôsobil depresívnejšie ako ovos, vplyv ktorého bol prakticky zanedbateľný. Príčinou bol zrejme vyšší výsevok, neskorší zber a snáď aj odlišný vplyv týchto plodín na podsev (Klesnil et al., 1980; Jamříška, 1989a). Účinok jačmeňa bol pritom modifikovaný poveternostnými podmienkami. V ročníku s najnižšou kompletnosťou bola aj najnižšia úroda a naopak.

Relatívny pokles úrody lucerny z podsevu v ovse v porovnaní s porastom bez krycej plodiny bol vyšší ako pokles kompletnosti na rovnakých variantoch. Pokles úrody na podsevoch z jačmene bol naproti tomu pri nšl. Rod-D menší a pri nšl. BU-489 i BU-687 väčší ako pokles kompletnosti rovnakých variantov. Z uvedeného možno usudzovať, že kým sa nepriaznivý účinok ovsa uplatňoval najmä obmedzovaním rozvoja koreňovej hmoty (Fulkerson, 1982), na znížení úrod podsevov z jačmeňa sa okrem slabšej koreňovej sústavy podieľalo aj poškodenie porastu (mortalita, resp. vypadnutie rastlín v súvislých úsekoch porastu). S vekom porastu vzrastal rozsah nekompletnosti (za druhý a tretí rok spolu v priemere o 6 %), avšak na druhej strane sa zvyšovala kompenzačná schopnosť rastlín v ňom. Napriek nevýrazným rozdielom medzi odrodami možno povedať, že nšl. BU-489 a Rod-D mali relatívne najmenej a BU-687 pomerne najviac poškodený porast z podsevu v jačmeni.

Podsev do jačmeňa okrem potlačenia rastu koreňovej hmoty pôsobil negatívne aj na látkovú výmenu (Šatilov, Golubjeva, 1972). Svedčí o tom nižší obsah cukrov a dusíkatých látok v koreňoch na jeseň v roku sejby. Medzi hodnotenými odrodami neboli v tomto zreteľné rozdiely, za pozornosť však stojí najnižší obsah cukrov a relatívne najväčší pokles obsahu dusíkatých látok nšl. BU-687 v podseve z jačmeňa. Je pozoruhodné, že na konci tretieho roku vegetácie sme zaznamenali v podstate opačné relácie. Rastliny, resp. korene z podsevu v jačmeni mali nižšiu mortalitu a vyššiu produkciu sušiny zo zásobných látok oproti rastlinám z porastu bez krycej plodiny, popr. z podsevu v ovse. Táto skutočnosť zrejme naznačuje aj príčiny menšej trvácnosti porastov lucerny v súčasnej praxi oproti minulosti. Silná konkurencia jačmeňa znížila počet rastlín (pokles kompletnosti), prežili zrejme len životaschopnejšie. Ak tu k tomu prirátame nižšie úrody v druhom, popr. v treťom roku vegetácie (Jamříška, 1989b) a o poznanie väčšiu regeneráciu rastlín, ktoré prežili, výsledkom môže byť indikovaná vyššia životaschopnosť i trvácnosť uvedených porastov. Potvrdzuje to svojím spôsobom i najväčšia životaschopnosť nšl. Rod-D, ktoré bolo šlachtené na vyššiu trvácnosť.

Z reakcie skúšaných odrôd na založenie porastu vyplýva najmarkantnejší rozdiel medzi nšl. Rod-D a BU-687. Úrody prvého boli relatívne menej závislé od spôsobu založenia porastu, pomerne málo kolí-

sali aj v závislosti od ročníka, pokles koreňovej hmoty spôsobený podsevom bol najmenší a jej regenerácia v ďalšom období najintenzívnejšia. Nšl. BU-687 malo síce najmenší rozptyl úrod v závislosti od ročníka, ale najväčší v závislosti od založenia porastu. Podsev do jačmeňa tu mal za následok relatívne najväčší pokles úrody, najväčšie poškodenie porastu i pokles hmotnosti koreňov. Uvedené rozdiely pramienia zrejme z odlišností v rastovom rytme, v schopnostiach regenerácie koreňového systému i v odlišnej trvácnosti. S prihliadnutím na uvedené výsledky sa možno domnievať, že i lucernu je možné šľachtiť na toleranciu proti krycej plodine [Nielsen et al., 1981]. Dispozícia takejto odrody by bola určite prínosom v pestovateľskej praxi. Zistené relácie navyše indikujú potrebu venovať väčšiu pozornosť stanoveniu a potom využívaniu pestovateľských špecifík odrôd lucerny, resp. ďatelinovín napriek ich proklamovanej uniformite. Na základe situácie v iných krajinách sa dá totiž predpokladať [Sheard, 1989], že pri ďalšom zvyšovaní a stabilizácii úrod lucerny bude narastať význam odrody.

Literatúra

- BINDEROVÁ, A. — HOLÝ, J.: Reakce nových odrůd vojtěšky na způsob založení a využívání porostu. Rostl. Vyr., 34, 1988, č. 11, s. 1123-1130.
- BINDEROVÁ, A. — CHLOUPEK, O.: Reakce nových šlechtění vojtěšky na vybrané agrotechnické zásahy. Rostl. Vyr., 36, 1990, č. 12, s. 1299-1307.
- FULKERSON, R. S.: Red clover for feed, seed and soil. Publ. 221, Adex 122/10, Ontario, Minist. Agric. Fd 1982, 19 s.
- GIST, G. R. — MOTT, G. O.: Some effect of light intensity, temperature, and soil moisture on the growth of alfalfa, red clover, and birdsfoot trefoils seedlings. Agron. J., 49, 1957, s. 33-36.
- JAMRIŠKA, P.: Výskum vplyvu progresívnej agrotechniky na úrodnosť novošľachtencov lucerny. II. Vplyv založenia porastu. [Záverečná správa.] Piešťany, VÚRV 1988a, 33 s.
- JAMRIŠKA, P.: Zakladanie porastov ďatelinovín. Bratislava, Príroda 1988b, 99 s.
- JAMRIŠKA, P.: Vplyv výsevu, doby zberu ovsu a jačmeňa s podsevom lucerny na úrodu krmu. Rostl. Vyr., 35, 1989a, č. 1, s. 75-84.
- JAMRIŠKA, P.: Vplyv spôsobu založenia porastu a odrody na úrodu lucerny sietej. Poľnohospodárstvo, 35, 1989b, č. 10, s. 891-899.
- KLESNÍL, A. — ŠTRÁFELDA, J. — VELICH, J.: Příspěvek k zakládání porostů jetelovin. Rostl. Vyr., 26, 1980, č. 11, s. 1131-1137.
- LICHNER, S. et al.: Krmovinářstvo. Bratislava, Príroda 1983, 551 s.
- LUPÁSKU, M. F.: Ljucerna. Moskva, Agropromizdat 1988, 256 s.
- NIELSEN, R. L. — STUTHMAN, D. D. — BARNES, D. K.: Interference between oats and alfalfa in mixed seedlings. Agron. J., 73, 1981, č. 4, s. 635-638.
- PRISTAŠ, J.: Výskum vplyvu progresívnej agrotechniky na úrodnosť novošľachtenci lucerny. I. Vplyv počtu a času kosieb a rozdielnej úrovne NPK výživy na výšku a kvalitu úrody pri vybraných novošľachtenciach lucerny. [Záverečná správa.] Piešťany, VÚRV 1988, 52 s.
- ŠATILOV, I. S. — GOLUBJEVA, G. S.: Aminokyslotnyj i uglevodnyj obmen u klevra krasnogo 1-go goda žizni. Izv. Timirjazev. sef.-choz. Akad., 1972, č. 2, s. 60-72.
- SHEARD, R. W.: Factors in maximizing production of alfalfa. Highlights, 12, 1989, č. 4, s. 12-17.

Došlo 14. 9. 1990

P. JAMRIŠKA (Research Institute of Plant Production, Piešťany):
Response of some lucerne varieties to the way of stand establishment.
 Rostl. Vyr., 38, 1992 (1) : 63-72.

Field trials were performed to compare the effects of seeding without cover crop, undersowing into grain spring barley and into oats harvested at milk ripeness (seeding rate of 1.4 mil. t per ha of germinating grains) on herbage yield of five

lucerne varieties. Two varieties Palava and Nitranka (the most cultivated in Slovakia) and three newly improved cultivars Rod—D, BU—489 and BU—687 were studied. An average dry matter yield of herbage for the second and the third years of the growing season (Tab. I), the yield from stands without cover crop and from undersowing into oats for the whole period of stand utilization (Tab. II), the proportion of blank space in the stand found in spring in the second year of the growing season and in autumn in the third year before ploughing up (Tab. III), root dry matter weight (1 m of row into a depth of 0.25 m), root thickness below crown, root thickness 0.25 in soil 0.25 m in soil, length of shooting zone in root crown (Tab. IV) were evaluated; all values were determined again two times in autumn in the year of seeding and in autumn in the third year of the growing season. In autumn in the year of seeding, total sugar and crude protein contents in the roots of four varieties (Tab. V) were identified along with dry matter output from root storage in the samples of plants (root and stubble) taken from the stand before ploughing up the stand in the laboratory conditions for two months and the proportion of plants which died during this period (Tab. VI).

No difference in the effect of varieties (Tab. I) was found in average yields of the second and the third year of the growing season. On the other hand, the effect of stand establishment with the highest yields was highly significant, without cover crop and the lowest on was in the stands from undersowing into barley. Some significant differences were observed among varieties as far as the response to the way of stand establishment is concerned. After seeding without cover crop, the newly improved BU—687 cultivar had the higher yield compared with Rod—D, in the yields of which was no difference after seeding without cover crop and undersowing into oats. Similarly, the BU—489 and Rod—D yields from undersowing into oats exhibited no statistical difference in comparison with the Nitranka variety yield without cover crop. When evaluating the yields without cover crop and from undersowing into oats for the whole period of utilization of the stand (Tab. II), significantly higher yield of newly improved Rod—D cultivar was marked from undersowing into oats than that from seeding without cover crop.

The stand completeness reduced after undersowing into barley, and especially into oats was on average relatively lower than the yield drop (Tab. III). No marked difference was observed between varieties. Root weight was influenced the most by stand establishment of the factors of macrostructure evaluated (Tab. IV) and the least was affected the root thickness below crown or length of shooting zone (no samples were taken from the Nitranka variety and from the stands undersown into oats). Before stand ploughing, a negative residue of undersowing into barley could be seen yet on the root weight or on the length of shooting zone. It can be seen on the root weight that lucerne stand was not able to compensate the adverse effect of undersowing into barley for two years though weight increase for this period was 4.3 to 4.7-times higher in undersowings from barley and in the stands without cover crop this was only 1.7 to 2-times higher. The response of length of shooting zone on root crown stands to be mentioned. Undersowing caused generally its shortening from which may be derived that lucerne plants responded to competition of cover crop by formation of less erected cluster. It stands to use this response in breeding varieties as pasture or into mixtures with grasses. Undersowing into barley caused lower total sugar and crude protein contents in roots (Tab. V).

Dry matter formation from root storage in laboratory conditions for two months (Tab. VI) showed relatively lowest death of plants from undersowing into barley (plants were cultivated in dark room in pots containing water at the temperature about 18°C). Plants from undersowing into barley produced significantly more dry matter from storage substances than the plants sown without cover crop. These relationships offer one of many explanations why lucerne stands cannot bear more than three or four years of utilization at present. Plants in undersowing of barley were exposed to significantly higher competition, only the healthiest and the strongest ones outlived to the third year, on the other hand, in the stands from undersowing was lower number of cuts total for three years practically two or three cuts in comparison with the stands sown without cover crop. Most marked differences were observed in the response to the stand establishment between BU—687 and Rod—D newly improved cultivars of the varieties tested. The Rod—D newly improved cultivar was much less damaged by barley than BU—687. Root dry matter regeneration was also better in this variety when compared with BU—687.

VNITŘNÍ NARUŠENÍ SEMENE A KLÍČIVOST OSIVA VOJTĚŠKY

Hana Hrušková

Výzkumný ústav pícninářský, 664 41 Troubsko

V souboru 21 vzorků osiva vojtěšky ze sklizňového ročníku 1988 bylo zjištěno, že jednou z příčin poklesu klíčivosti bylo u tohoto osiva vnitřní narušení semene. Toto vnitřní narušení bylo dvojího charakteru: šlo jednak o nevyvinuté nebo deformované morfologické struktury zárodku, jednak o mechanické narušení zárodku. U jednotlivých vzorků osiva vždy převažovalo vnitřní mechanické narušení zárodku nad morfologickými deformacemi. Celkové vnitřní narušení bylo stanoveno u 1,75 až 17,75 % semen.

Biologicky hodnotné osivo jetelovin je vedle řady dalších opatření jedním ze základních předpokladů vytvoření zapojeného porostu a následně stabilních výnosů jetelovin. V posledním období je otázkám biologické hodnoty osiva jetelovin věnována zvýšená pozornost, i když někdy je do pojmu biologická hodnota zahrnována pouze čistota osiva, hmotnost tisíce semen a klíčivost. Při charakteristice osiva nebývá přihlíženo k celému komplexu agronomických a ekologických problémů, které mohou ovlivnit kvalitu semene již během jeho formování na mateřské rostlině.

Otázkami biologické hodnoty osiva vojtěšky jsme se zabývali i v našich předchozích pracích (Hrušková et al., 1988; Hrušková, 1989). Poukázali jsme na snížení klíčivosti osiva vojtěšky, které bylo způsobeno vnějším narušením semene v procesu sklizně, popřípadě manipulace s osivem a při jeho skladování. Zdůraznili jsme také vliv velikosti osiva na růstové a vývojové procesy individuálních rostlin i celých zapojených porostů vojtěšky (Hrušková, Málek, 1987; Hrušková, 1989). Ve spolupráci s KSP Brno jsme také studovali otázky klíčivosti, podílu tvrdých semen v osivu a vzcházivosti tvrdých semen.

V této práci jsme se zaměřili na studium příčin poklesu klíčivosti u vzorků osiva vojtěšky, která byla vykoupena ze sklizňového ročníku 1988 od pěstitelů v Jihomoravském kraji. Pozornost jsme věnovali především otázkám vnitřního narušení semene.

MATERIÁL A METODA

V průběhu roku 1989 bylo uskutečněno studium některých ukazatelů biologické hodnoty u 21 vzorků osiva vojtěšky odrůd Bobrava, Palava, Magda a Přerovská. Osivo bylo ke studiu získáno od KSP Brno, který zajistil jeho nákup a čištění. Osivo převzaté ke studiu bylo vypěstováno v zemědělských družstvech a semenářských státních stat-

I. Klíčivost a zastoupení semen s vnitřními deformacemi a mechanickým narušením zárodku —
Germination and proportion of seeds with internal deformations and mechanical injury of embryo

Vzor- ky osiva ¹	Odrůda ²	Klíči- vost ³ (%)	Tvrdá seme- na ⁴ (%)	Zastoupení semen ⁵ (%)		
				nevyvinutých a s deformovanou morfológickou strukturou zárodku ⁶	s vnitřními mechanickými narušeními ⁷	s vnitřními narušeními a morfológickými deformacemi (celkem) ⁸
1	Bobrava OR	85,75	26,50	0,75	5,00	5,75
2	Bobrava P	88,25	21,25	0,00	2,25	2,25
3	Bobrava P	79,75	30,00	3,00	5,25	8,25
4	Bobrava S ₃	73,25	17,00	4,50	8,50	13,00
5	Bobrava P	77,00	19,25	2,75	5,00	7,75
6	Bobrava S ₃	78,25	25,75	3,25	5,25	8,50
7	Bobrava OR	86,50	24,25	1,50	3,75	5,25
8	Bobrava S ₂	76,50	19,50	5,00	9,25	14,25
9	Bobrava S ₂	94,00	45,25	0,00	1,75	1,75
10	Bobrava OR	83,00	13,00	2,75	8,50	11,25
11	Bobrava E	91,75	35,00	0,50	4,00	4,50
12	Bobrava E	81,20	17,00	3,00	7,00	10,00
13	Bobrava S ₃	85,25	17,75	2,25	6,50	8,75
14	Bobrava P	86,00	15,00	2,00	6,25	8,25
15	Bobrava E	71,75	3,25	5,75	12,00	17,75
16	Palava OR	91,25	38,00	1,25	3,25	4,50
17	Palava E	87,75	15,00	1,00	3,75	4,75
18	Palava S ₃	90,50	25,75	2,25	4,25	6,50
19	Palava E	90,25	28,00	1,25	2,25	3,50
20	Magda OR	85,50	17,25	1,00	5,75	6,75
21	Přerovská OR	87,25	22,25	2,50	5,50	8,00

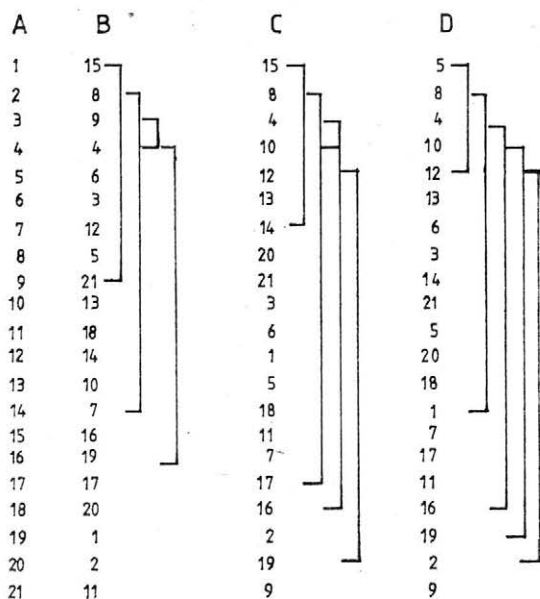
¹seed samples, ²variety, ³germination, ⁴hard seeds, ⁵proportion of seeds, ⁶undeveloped and with deformed morphological structure of embryo, ⁷with internal mechanical injuries, ⁸with internal injuries and morphological deformities (total)

cích v okresech Břeclav, Hodonín a Znojmo a bylo ve stupních S₂, S₃, E, OR, P (tab. I). Při hodnocení klíčivosti a při zatřídění osiva bylo postupováno podle ČSN 46 0610 a ČSN 46 1060.

U všech vzorků osiva vojtěšky jsme hledali příčiny, z jakého důvodu klíčivost nedosahuje nejvyšších hodnot. Poněvadž na osivu nebylo vizuálně ani mikroskopicky shledáno vnější narušení osemení, zaměřili jsme se na problematiku vnitřního narušení semene. Každý vzorek byl sledován vždy u 100 semen ve čtyřech opakováních.

Získané údaje byly hodnoceny analýzou rozptylu dvojnásobného třídění. Pro porovnání kontrastů mezi vzorky byly vypočteny minimální průkazné difference D_T . Kontrasty mezi jednotlivými vzorky osiva jsou znázorněny na obr. 1. Pro znázornění kontrastů jsou vzorky ve sloupcích

1. Pořadí vnitřních mechanických narušení a nevyvinutých a deformovaných morfologických struktur zárodku — Sequence of internal mechanical injuries and undeveloped and deformed morphological structures of embryo.



- A — pořadové číslo — sequence number
 B — pořadí deformace zárodku — sequence of embryo deformation
 C — pořadí vnitřního narušení zárodku — sequence of internal embryo injury
 D — pořadí celkového vnitřního narušení a deformace zárodku — sequence of total internal injury and deformation of embryo

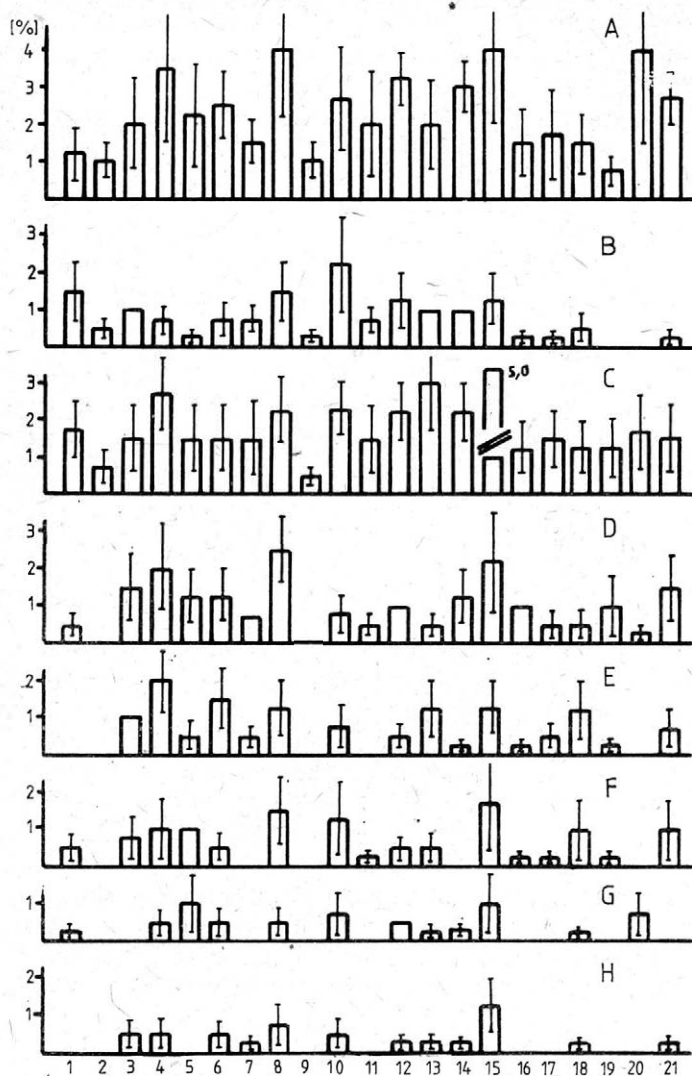
řazeny podle pořadí od maximálních k minimálním hodnotám daného znaku. Rozdíly mezi vzorky osiva u jednotlivých typů nevyvinutých nebo deformovaných morfologických struktur zárodků a narušení zárodků byly hodnoceny stanovením intervalů spolehlivosti střední hodnoty (obr. 2).

VÝSLEDKY

Klíčivost souboru 21 studovaných vzorků osiva vojtěšky se pohybovala v rozmezí od 71,75 do 94,00 %, což znamenalo s ohledem na značné rozdíly v klíčivosti mezi jednotlivými vzorky existenci významných a vysoce významných rozdílů v klíčivosti. Také zastoupení tvrdých semen bylo u četných vzorků (především s vyšší klíčivostí) poměrně vysoké a mezi jednotlivými vzorky byly stanoveny jak významné, tak vysoce významné rozdíly v počtu tvrdých semen. Tato problematika byla podrobně rozebrána v naší předchozí práci. V tab. II jsou uvedeny pouze průměrné hodnoty výše uvedených znaků bez rozdílů statistické významnosti.

U osiva žádného ze vzorků nebylo pozorováno vizuální ani mikroskopické narušení osemení, které by mohlo být zdrojem ztráty klíčivosti. Na základě mikroskopického sledování zárodků jsme však zjis-

2. Jednotlivé typy vnitřního narušení zárodku
— Individual types of internal embryo injury



- A — odlomený kořínek — broken off radicle
 B — odlomený vegetační vrchol kořínku — broken off growing point radicle
 C — prasklé dělohy — cracked cotyledons
 D — vyvinutý pouze kořínek — developed radicle only
 E — vyvinutý pouze dělohy a vegetační vrchol — developed cotyledons and growing point only
 F — redukováné (odumřelé) dělohy — reduced (dead) cotyledons
 G — zbytnělé dělohy — swollen cotyledons
 H — zbytnělý kořínek — swollen radicle
 1 až 21 čísla vzorků osiva — numbers 1 to 21 of seed samples

II. Výsledky analýz rozptylu pro rozbor proměnlivosti charakteristik vnitřně narušených a deformovaných semen mezi jednotlivými vzorky osiva — The results obtained through analysis of variance to analyze variability of characteristics of internal injuries and deformities in seeds between individual seed samples

Zdroj proměnlivosti ¹	f	Průměrné čtvercové odchylky ⁴		
		semena s nevyvinutým a deformovaným zárodkem ⁵	semena s vnitřními mechanickými narušeními ⁶	semena s vnitřními narušeními (celkem) ⁷
Vzorky osiva ²	20	9,71 ⁺⁺	25,80 ⁺⁺	63,28 ⁺⁺
Technická chyba ³	60	1,78	4,90	10,76
DT při $P = 0,05$		3,49	5,80	8,60
$P = 0,01$		4,01	6,66	9,88

+ $P < 0,05$; ++ $P < 0,01$

¹source of variability, ²seed samples, ³technical error, ⁴average square deviations, ⁵seeds with undeveloped and deformed embryo, ⁶seeds with internal mechanical injuries, ⁷seeds with internal injuries (total)

tili, že pokles klíčivosti byl vyvolán především přítomností semen, u kterých byl narušen zárodek, tzn. vnitřní narušení semene. Toto vnitřní narušení bylo dvojího charakteru:

Za prvé šlo o nevyvinuté nebo deformované morfologické struktury zárodku. Do této skupiny počítáme zárodky, u kterých byl vyvinut pouze kořínek a buď nebyly vyvinuty vůbec, nebo byly značně redukovány dělohy a vegetační vrchol. Dále sem patří ty zárodky, u kterých byly vyvinuty pouze dělohy a vegetační vrchol a zcela chyběl zárodečný kořínek. Další dvě skupiny tvoří semena, u kterých byly pozorovány abnormálně zbytnělé dělohy nebo kořínek. Celková suma těchto deformací je uvedena v tab. I. Statistická hodnocení prokázala, že existují významné a vysoce významné rozdíly mezi studovanými vzorky osiva v množství semen, která byla takto nedostatečně vyvinuta (tab. II). Na obr. 1 jsou vzorky pro znázornění kontrastů řazeny ve sloupcích podle pořadí od maximálních k minimálním hodnotám vnitřní deformace zárodku. Na obr. 2 jsou uvedeny jednotlivé konkrétní typy morfologických deformací a jejich statistická významnost.

U druhého typu vnitřního narušení semene šlo o typické mechanické narušení zárodku, které bylo charakterizováno odlomením celého zárodečného kořínku, odlomením vegetačního vrcholu zárodečného kořínku a podélně, popřípadě příčně prasklými dělohami. Procentuální zastoupení tohoto typu mechanického narušení je uvedeno v tab. I a statistické významnosti zahrnuje obr. 1. V absolutních hodnotách (se statistickou významností) jsou jednotlivé typy mechanického narušení zárodku znázorněny na obr. 2.

Můžeme konstatovat, že u jednotlivých vzorků osiva vždy převažovalo vnitřní mechanické narušení zárodku nad ne zcela vyvinutými, popřípadě deformovanými zárodky (obr. 2). U jednoho semene se mohou kombinovat i dva typy narušení.

III. Výsledky analýz rozptylu pro rozbor proměnlivosti charakteristik jednotlivých typů narušení uvnitř vzorků osiva — The results of analysis of variance to analyze variability of characteristics of different types of injuries inside the seed samples

Zdroj proměnlivosti ¹	<i>f</i>	Průměrné čtvercové odchylky ⁴ (vzorky osiva ⁵)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Typ mechanického narušení a deformace zárodku (celkem) ²	7	1,89 ⁺⁺	0,67 ⁺⁺	1,60 ⁺⁺	5,00 ⁺⁺	2,10 ⁺⁺	2,21 ⁺⁺	1,42 ⁺⁺	5,03 ⁺⁺	0,53 ⁺⁺	3,07 ⁺⁺	1,62 ⁺⁺
Technická chyba ³	21	0,22	0,13	0,26	0,31	0,28	0,21	0,31	0,44	0,13	0,21	0,23
DT při $P = 0,05$		1,12	0,85	1,21	1,33	1,26	1,09	1,32	1,57	0,85	1,09	1,15
$P = 0,01$		1,37	1,04	1,48	1,62	1,55	1,34	1,61	1,93	1,04	1,34	1,41
			12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Typ mechanického narušení a deformace zárodku (celkem)	7		4,14 ⁺⁺	3,78 ⁺⁺	4,75 ⁺⁺	8,82 ⁺⁺	1,41 ⁺⁺	1,78 ⁺⁺	0,98 ⁺⁺	0,98	8,00 ⁺⁺	3,29 ⁺⁺
Technická chyba	21		0,15	0,26	0,34	0,76	0,16	0,31	0,26	0,47	1,39	0,32
DT při $P = 0,05$			0,94	1,21	1,39	2,08	0,96	1,32	1,21	1,64	2,81	1,35
$P = 0,01$			1,15	1,48	1,70	2,54	1,17	0,61	1,48	2,00	3,44	1,66

+ $P < 0,05$; ++ $P < 0,01$

¹source of variability, ²type of mechanical injury and deformity of embryo (total), ³technical error, ⁴average square deviations, ⁵seed samples

Uvnitř každého vzorku existují významné i vysoce významné rozdíly mezi osmi uvedenými typy mechanického narušení a morfologických deformací semene (tab. III). U některých vzorků byly zjištěny průkazné rozdíly i v opakováních.

Vnitřní narušení semene zasáhlo celkově u jednotlivých vzorků osiva 1,75 až 17,75 % semen, přičemž nejnižší hodnota byla stanovena u osiva s nejvyšší klíčivostí a nejvyšší u osiva s nejnižší klíčivostí. Všechny vzorky s vnitřně narušenými semeny je možno rozdělit do několika skupin. V pěti případech bylo vnitřní narušení stanoveno u 2 až 5 % semen. V 11 případech u 6 až 10 % osiva a ve čtyřech případech se vnitřní narušení pohybovalo od 11 do 15 % a v jednom případě dosáhlo hodnoty 17,75 %.

DISKUSE

Problematika kvality osiva vystupuje do popředí u všech druhů kulturních plodin. V naší dřívější práci (Hrušková et al., 1988) bylo poukázáno na to, že v procesu skladování dochází u vojtěšky k poklesu biologické hodnoty osiva v odstupňované míře u semen různé velikosti. Velká semena díky značnému mechanickému makro- i mikropoškození ztrácela klíčivost nejvíce a také intenzívně měnila barvu osemení.

Ve studovaném souboru 21 vzorků byla klíčivost v rozmezí od 71,75 do 94,00 %, takže všechny vzorky bylo možno zařadit z hlediska klíčivosti do první nebo druhé jakostní třídy. Na osivu žádného ze studovaných vzorků nebylo vizuálně ani mikroskopicky pozorováno vnější narušení semene. Dá se tedy předpokládat, že pokud takováto semena byla v osivu přítomna, došlo v procesu čištění k jejich odstranění.

Pokles klíčivosti byl vyvolán především přítomností semen, u kterých byl zasažen zárodek, šlo tudíž o vnitřní narušení semene. Semena ovšem činila vizuálně dojem dobře vyvinutých, s dostatečnou hmotností, bez známek jakéhokoliv narušení. Teprve mikroskopické studium prokázalo rozsah poškození. Případy deformací morfologické struktury zárodku způsobené při vývoji semene nelze v podstatě ovlivnit. Ovšem vnitřní mechanické narušení zárodku, které se projevilo odlomením, popřípadě trhlinami v jednotlivých částech zárodku, je možno citlivou manipulací s osivem minimalizovat. Na tento fakt je třeba dbát již ve fázi kombajnové sklizně, posklizňové úpravy v zemědělských závodech, v procesu čištění i při uskladnění osiva.

Je nutné též upozornit na skutečnost, že část semen, která nevyklíčila a u kterých nebyly identifikovány jako příčiny poklesu klíčivosti vnější a vnitřní deformace nebo narušení zárodku, nabobtnala a dále se nevyvíjela a u některých z nich docházelo k rychlému rozkladu obsahu semene. Dá se předpokládat, že tato semena byla napadena některými patogeny již v procesu jejich formování na mateřské rostlině nebo že se houbové choroby rozšířily v době sklizně, čištění a skladování semene. Rozbor mykoflóry nacházející se na semenech vzorků vojtěšky nebyl prováděn, dalo by se však z něho usuzovat i na podmínky vývoje a sklizně semenného porostu a podmínky skladování (Mošnová, 1978). Množství napadených semen se v jednotlivých vzorcích pohybovalo od 1,00 do 7,25 %.

- HRUŠKOVÁ, H.: Kalibrace osiva. [Závěrečná zpráva.] Troubsko, 1989.
- HRUŠKOVÁ, H. — MÁLEK, J.: Biologická hodnota osiva jetelovin. In: Využití barevných jetelovin, Třebíč, 1987, s. 26-29.
- HRUŠKOVÁ, H. et al.: Příčiny poklesu klíčivosti osiva vojtěšky během skladování. Rostl. Vyr., 34, 1988, č. 11, s. 1173-1180.
- MOŠNOVÁ, M.: Zdravotní stav semen vojtěšky (*Medicago sativa* L.) ve vztahu ke zbarvení osemení. In: Sbor. věd. Prací Výzk. šlecht. Úst. pěst. Troubsko, 1978, č. 5/6, s. 217-222.
- ČSN 46 0610. Osivo a sadba. Zkoušení osiva. 1984.
- ČSN 46 1060. Osivo a sadba. Osivo jetelovin, trav, jednoletých pěst. a široků. 1990.

Došlo 14. 9. 1990

H. HRUŠKOVÁ (Fodder Crops Research Institute, Troubsko):

Internal injury to seed and seed germination in lucerne.

Rostl. Vyr., 38, 1992 (1) : 73-80.

Reasonably good seed, apart from other factors, is a primary prerequisite to obtain good stands and good yields of legumes. The study was conducted to determine the causes of a decrease in germination. Twenty-one lucerne seed samples of cvs. Bobrava, Palava, Magda and Přerovská were involved. The seed originated from the harvest of 1988 supplied by South Moravian growers. All lucerne seed samples were examined to discover the causes of reduced germination. As no external seed coat injury was found during visual and microscopic examinations, the attention was directed to internal seed injury. The data obtained were evaluated using variance analysis of two-fold classification. To compare contrasts among individual samples, minimum significant D_T differences were calculated. These contrasts are given in Fig. 1. Differences among seed samples of particular types comprising undeveloped or deformed morphological structures of embryos and embryo injury were assessed by determining confidence intervals of an expected value (Fig. 2).

The microscopic examination of embryos showed that the reduction in germination was predominantly associated with the presence of seeds with injured embryos. There were two types of internal seed injury. The first type referred to undeveloped or deformed morphological structures of embryos, i.e. embryos in which the radicle was developed but the cotyledons and the vegetative apex were undeveloped or markedly reduced, and also embryos with cotyledons and the vegetative apex but entirely without radicle. Two other groups involved the seeds with abnormally swollen cotyledons or the radicle. The total sum of these deformities is given in Tab. I. There are significant and highly significant differences between samples in the number of underdeveloped seeds (Tab. II). Fig. 2 shows particular types of morphological deformities and their statistical significance.

The second type of internal seed injury involved mechanical injury of an embryo. The radicle and the growing point of the radicle were broken off and cotyledons had longitudinal or transverse cracks. Particular types of mechanical injury of embryos expressed in absolute values and with statistical significance are given in Fig. 2. In individual seed samples, an internal mechanical injury was more frequent than in underdeveloped or deformed embryos (Fig. 2). One seed may exhibit two types of injury. Within each sample, there were significant and highly significant differences among eight types of mechanical injury and morphological deformities of the seed (Tab. III).

In individual samples, the internal seed injury accounted for 1.75 to 17.75 % of seeds. The lowest value was found in seeds with the highest germination percentage and vice versa. All 21 samples with internally injured seeds could be divided into four groups. In Group 1 comprising five cases, internal injury was evident in 2 to 5 % of seeds. The values reported for Group 2 (11 cases) Group 3 (4 cases), and Group 4 (1 case) were 2-5, 6-10, 11-15, and 17.75 %, resp.

The deformation of morphological structure of the seed occurring during seed development cannot be prevented. However, the internal mechanical injury to the embryo characterized by broken or split portions can be minimized by careful seed handling. This must be kept in mind during mechanical harvesting with combine, post-harvest manipulation on farms, seed cleaning, and storage.

Tomáš Kvítek

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 255 80 Praha 5

Na lokalitě Vadčice probíhal od roku 1984 maloparcelkový pokus s různými dávkami vápnění a výživy dusíkem. Cílem bylo zjištění vlivu vápnění na výnosy trvalého travního porostu při sledování hodnot výměnné půdní reakce. V prvním roce po vápnění došlo k zvýšení hodnot pH_{KCl} v průměru o 0,15. V roce 1988 byl zaznamenán již pokles. Byl zjištěn průkazný rozdíl průměrných hodnot pH_{KCl} mezi hloubkou 5 až 25 cm a 25 až 40 cm. Kolísání hodnot pH_{KCl} se však projevilo i v časové složce, velká variabilita hodnot byla naměřena i podle opakování. Kolísání hodnot pH_{KCl} ve čtyřech letech dosáhlo rozsahu 2,6 až 2,9; se zvyšujícím se podílem první zrnitostní kategorie klesalo pH_{KCl} a stoupal obsah Fe stanovený podle Tamma. Veškeré výsledky byly vyhodnoceny analýzou variance.

Půdní reakce je považována za jeden ze základních ukazatelů půdní úrodnosti, protože ovlivňuje jak chemické, tak i biologické a fyzikální vlastnosti půdy. Současná zemědělská praxe při posuzování dávek udržovacího i melioračního vápnění vychází z dostupných údajů výměnné půdní reakce. Podle zahraničních pramenů (E m e a d e s et al., 1984) je jeho spolehlivost 60 až 80 %. M a t u l a et al. (1986) považují za objektivnější určovat potřebu vápnění na základě stavu vápníku v půdě. Ten je vyjádřen podílem ekvivalentu Ca k hodnotě kapacity výměnných kationtů. T r á v n í k, S t a ň a (1989) zjišťovali vztahy mezi pH_{KCl} , obsahem CaCO_3 a obsahem Ca, určené podle Mehlicha pomocí korelačně regresní analýzy. Těsný vztah byl zjištěn mezi obsahem uhličitánů a obsahem Ca_{Me} , kde $r = 0,7220$. Vztah mezi pH_{KCl} a obsahem Ca_{Me} není uspokojivý ($r = 0,5298$) a mezi pH_{KCl} a obsahem CaCO_3 ještě volnější ($r = 0,3572$).

Š i l a r, S v o b o d o v á (1987) doporučují využít pro stanovení potřeby vápnění acetátovou Schachtschabelovu metodu, S i r o v ý (1980) podává přehled metod, kterými lze stanovit potřebu vápnění. V této práci je hodnocena variabilita hodnot pH_{KCl} v čase a místě a z toho plynoucí chyby pro určování intenzity vápnění na trvalých travních porostech.

MATERIAL A METODA

Na lokalitě Vadčice v okrese Pelhřimov byl na podzim roku 1984 založen dvoufaktorový pokus $\{\text{Ca} \times \text{N}\}$ na výměře $27,2 \times 44,4$ m se čtyřmi opakováními (celkem 48 parcel 3×5 m) s interakcí Ca a N. V roce 1984 bylo vápněno mletým vápencem podle metodiky VÚRV.

Varianty vápnění byly upraveny takto: Ca 0 — bez vápnění, Ca 2 — dvouroční dávka ($1,68 \text{ t. ha}^{-1} \text{ CaCO}_3$); Ca 6 — šestiletá dávka ($5,04 \text{ t. ha}^{-1} \text{ CaCO}_3$); Ca 12 — 12letá dávka ($10,08 \text{ t. ha}^{-1} \text{ CaCO}_3$).

Každoročně byly aplikovány u jednotlivých variant v čistých živinách tyto dávky N: $N_0 = 0$; $N_1PK = 80$; $N_2PK = 160 \text{ kg. ha}^{-1}$ (dělené k první a druhé seči); P: 26 kg. ha^{-1} a K: 83 kg. ha^{-1} (jednorázově na jaře).

Lokalita se nachází ve svahu 3 až 8° v nadmořské výšce 500 m, klimatická oblast mírně teplá, mírně vlhká, vrchovinná (B 5), subtyp bramborářsko-žitný s dlouhodobým úhrnem srážek 660 mm, průměrnou roční teplotou vzduchu 7 °C.

Geologický podklad je tvořen pararulou, nad ní je mělká střední svahovina. Půdní typ je hnědá půda kyselá, druh hlinitopísčité až písčitohlinitý. Luční porost byl založen v roce 1947 na bývalé orné půdě, je tvořen převážně ovsíkem žlutavým. Chemické složení půdy lze u Ca, Mg charakterizovat stupněm dostatečný, obsah P stupněm velmi malý, stupeň sorpčního nasycení je malý až střední.

Na lokalitě byly zjišťovány výnosy travní hmoty na pokusu se čtyřmi opakováními v letech 1985 až 1990, změny výměnné půdní reakce na dvou vybraných opakováních ve dvou hloubkách a interakcích Ca, N; chemické vlastnosti půdy jednou ročně. V prvních letech byla zjišťována i vlhkost půdy do hloubky 40 cm. Pokusná lokalita byla součástí výzkumu etapy „Úpravy agrochemických vlastností půd pod travními porosty“.

VÝSLEDKY A DISKUSE

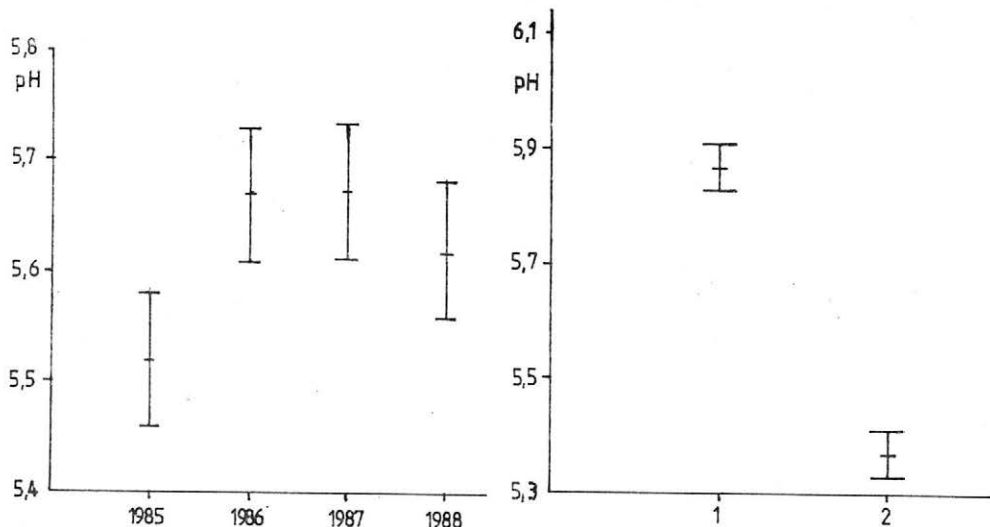
Půdní reakce je vyjádřena hodnotami pH_{KCl} . Tyto hodnoty byly měřeny ve vegetačním období v letech 1985 až 1988 ve 14denních intervalech druhého a čtvrtého opakování. Zahrnuly všechny zásahy N a Ca včetně jejich interakcí.

Statistická analýza proběhla podle let, hloubek, opakování a zásahů Ca a N pomocí analýzy variance. Tab. I ukazuje vypočítaný F -poměr a dosaženou hladinu významnosti α pro hlavní faktory sledování pH. Z tab. I vyplývá, že faktor rok je průkazný pro zvolený stupeň pravděpodobnosti $P = 0,05$ (mez průkaznosti), ne však pro $P = 0,01$.

I. Vypočtený F -poměr a dosažená hladina významnosti α pro hlavní faktory sledování pH — F -ratio calculated and the level of significance α obtained for main factors of pH monitoring

Faktor ¹	F -poměr ⁵	Dosažená hladina významnosti ⁶ α
Rok ²	5,359	0,0110
Hloubka ³	291,57	0,0000
Ca	380,401	0,0000
N	8,222	0,0003
Opakování ⁴	40,786	0,0000

¹factor, ²year, ³depth, ⁴replication, ⁵ratio, ⁶significance level obtained



1. Průběh průměrných ročních hodnot pH podle roku (95% interval spolehlivosti pro průměr) — The course of average yearly pH values according to the year (95% confidence for mean)
osa x — rok
 x axis — year

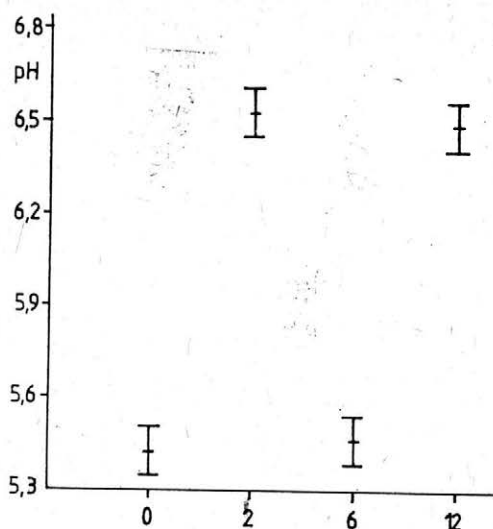
2. Průměrná hodnota pH podle hloubky (95% interval spolehlivosti pro průměr) — Average pH value according to depth (95% confidence for mean)
osa x — index hloubky půdního profilu
 x axis — index of soil profile depth

(mez vysoké průkaznosti). Ostatní faktory jsou průkazné i pro $P = 0,01$.

Po prvním roce sledování pH dochází ke zvýšení průměrných hodnot pH o 0,15 pH_{KCl} . V roce 1988 je však již naznačen mírný pokles. Obr. 1 zachycuje tento vývoj pomocí průměru a intervalu spolehlivosti pro průměr. Vyplývá z něho, že existuje průkazný rozdíl v pH mezi rokem 1985 a 1986 až 1987. Vápnění zvýšilo průkazně pH půdy z průměrné hodnoty 5,52 v roce 1985 na hodnotu 5,67 v letech 1986 a 1987. Ve čtvrtém roce došlo k poklesu pH na 5,63 s tím, že není průkazný rozdíl ve srovnání s prvním rokem sledování.

Vzhledem k tomu, že výsledek vlivů — hloubka (index 1 — hloubka 5 až 25 cm, index 2 — hloubka 25 až 40 cm) a opakování — byly dosti významné a průměrování jejich hodnot by bylo chybou, bylo přistoupeno k separaci souboru podle výše dvou uvedených vlivů (obr. 2). Tím vznikly čtyři soubory (při zanedbání vlivu roku při stupni pravděpodobnosti $P = 0,01$), které byly hodnoceny zvlášť. Ukázalo se, že hodnoty pH obou hloubek stejného opakování spolu korespondují, liší se však pouze v absolutních hodnotách. Při poklesu pH v hloubce 5 až 25 cm dochází k poklesu i v hloubce 25 až 40 cm. Pro vyhodnocení vlivu Ca na změnu pH v obou opakováních pracujeme pouze s údaji v hloubce 5 až 25 cm. U druhého opakování jsou hodnoty pH_{KCl} podstatně vyšší ($\bar{x}$ 5,72; čtvrté opakování 5,52) i vliv dávek Ca na změnu pH se ve druhém a čtvrtém opakování liší. Znázorňuje to obr. 3 a 4.

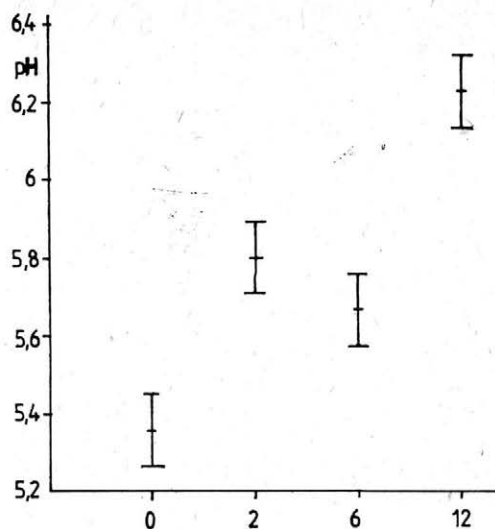
Vlivem dávek mletého vápence došlo v průměru za čtyři roky k prudkému a průkaznému pohybu hodnot pH na variantách Ca 2 a Ca 12. Překvapivé jsou údaje pH na variantě Ca 6, a to jak na druhém,



3. Průměrné hodnoty pH na druhém opakování podle variant vápnění (95% interval spolehlivosti pro průměr) — Average pH values in the second replication by sweetening treatments (95% confidence for mean)

osa x — varianty vápnění

x axis — sweetening treatments



4. Průměrné hodnoty pH na čtvrtém opakování podle variant vápnění (95% interval spolehlivosti pro průměr) — Average pH values in the fourth replication by sweetening treatments (95% confidence for mean)

osa x — varianty vápnění

x axis — sweetening treatments

tak i na čtvrtém opakování. Na druhém opakování je pH v úrovni nevápněné varianty, na čtvrtém opakování pod úrovní dávky Ca 2. Na druhém opakování byla vysoce účinná dávka Ca 2 a neúčinná dávka Ca 6, na čtvrtém opakování byla neúčinná dávka Ca 6. Tab. II udává přehled průměrných hodnot pH za čtyři roky (hloubka 5 až 25 cm), který je uspořádán podle plánu pokusu tak, jak klesá svah.

Hodnoty třetího opakování jsou průměry z pravidelných chemických rozborů pH v jednotlivých letech po druhé seči. Trend snižování hodnot pH směrem po svahu neodpovídá provedeným zásahům s vápněním. Ukazuje se, že vliv vápnění je zde překryt jiným faktorem. Tímto vztahem lze vysvětlit překvapivé průměrné údaje pH na variantách Ca 2 a Ca 6 druhého opakování i neprůkazné rozdíly průměrů hodnot pH variant Ca 2 a Ca 6 čtvrtého opakování. Tato hypotéza byla nejprve vytvořena a pak zpětně ověřena na hodnotách pH třetího opakování. Dalším význačným jevem bylo značné kolísání hodnot pH během vegetační periody.

Údaje maximálních a minimálních hodnot pH jsou uvedeny v tab. III (hloubka 5 až 25 cm). Hodnocení bez ohledu na varianty a opakování naznačuje v jak širokém rozsahu se hodnoty pH na pokusné ploše pohybovaly. Při hodnocení maximálních a minimálních hodnot podle variant vápnění dochází u vápněných variant k posunu k zásadité reakci, ale rozsah kolísání zůstává zhruba stejný. Na čtvrtém opakování u Ca 0 N_0 je rozdíl pH 2,9 a u Ca 12 N_0 činí 2,6. Obr. 5 zachycuje kolísání hodnot pH v roce 1988 na variantách Ca 0 a Ca 12 N_0 u čtvrtého opakování.

Mineralogické složení půdy z vybraných sond S_1 a S_2 ukazuje, že

II. Průměr hodnot pH za čtyři roky — Average for pH values for four years

Opakování ¹					
2		3		4	
parcela ² Ca	pH	parcela Ca	pH	parcela Ca	pH
2	6,53	6	6,36	12	6,22
12	6,48	0	6,11	6	5,67
0	5,43	12	5,95	2	5,80
6	5,46	2	5,87	0	5,36

¹replication, ²plot

III. Maximální a minimální hodnoty pH — Maximum and minimum pH values

pH	Rok ¹			
	1985	1986	1987	1988
Maximální	7,2	7,3	7,2	7,4
Minimální	3,7	3,7	3,8	3,75

¹year

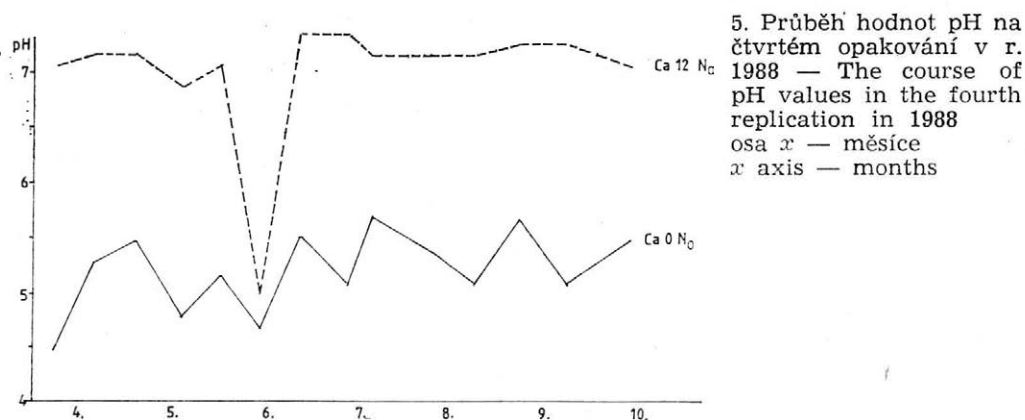
IV. Obsah Fe (podle Tamma) ve třetím opakování — Fe content (after Tamm) in the third replication

	Fe (%)			Průměr ¹
Ca 6	0,374	0,353	0,331	0,353
Ca 0	0,373	0,446	0,409	0,409
Ca 12	0,463	0,431	0,414	0,436
Ca 2	0,500	0,562	0,524	0,529

¹average

hlavní složkou vzorků je křemen, vedlejší složky jsou plagioklas — typ labradorit, anorthit, draselný živec (ortoklas), muskovit — typ 1 M a chlorit.

Poměrně vysoký obsah Fe (tab. IV) neodpovídá žádné krystalické fázi v difraktoqramu. Nižší obsah Al u sondy S₁ je kompenzován vyšším obsahem Fe. Rozdíly v koncentracích nejsou příliš výrazné, ale lze je považovat za prokazatelné, neboť jsou průměrem z devíti měření tří různých částí vzorků. Dále byly vyhodnoceny vzorky půdy ze tří opakování na obsah Fe a Al podle Tamma (stanovení pohyblivých nesilikátových forem). Zatímco koncentrace prvků podle parcel Ca a N u Al nevykazuje podstatné změny, u Fe lze při znázornění podle umístění parcel najít stejnou analogii jako v případě poklesu hodnot pH.



Vysvětlení lze najít v působení kyselých solí, hlavně Fe, které se v půdě vyskytují v oxidech, hydrátech, hydroxidech a jsou zdrojem uvolňování iontů H^+ , a tím i změny pH, a dále zvyšováním koncentrace Fe v půdě. Ukazuje se, že koncentrace Fe stoupá se zvyšujícím se obsahem první zrnitostní kategorie a vlhkosti půdy. V horní části svahu u sondy S₁ je první zrnitostní kategorie v rozsahu 17 až 40 %, v dolní části svahu 50 až 70 %. Vysvětlení příčin, proč ani při použití 12násobné dávky mletého vápence, resp. šestinásobné dávky nedošlo k zásadnější změně pH, lze hledat v celém komplexu jevů, které na změnu pH působí v takové koncentraci, že se jen velmi pomalu mění průměrná hodnota pH. To potvrzují i Vaněk et al. (1988), podle nichž čím více obsahuje půda jílovitých částic, tím je zapotřebí vyšší nasycení sorpčního komplexu Ca. Vaněk et al. (1988) a Bízik (1988) se domnívají, že v kyselém prostředí se zvyšuje rozpustnost těžkých kovů, i když vyšší obsah Fe v roztoku se vyskytuje teprve při hodnotě pH menší než 4.

ZÁVĚR

Kolísání hodnot pH_{KCl} v čase bylo značné a mělo náhodný charakter. Na ploše 27,2 × 44,4 m bylo prokázáno též značné kolísání hodnot v závislosti na místě odběru. Se zvyšujícím se podílem první zrnitostní kategorie klesalo pH_{KCl} a stoupal obsah Fe stanovený podle Tamma. Spolehlivost získaných údajů pH_{KCl} , které jsou rozhodujícím ukazatelem pro stanovení potřeby vápnění, je podle našich poznatků velmi malá.

Literatura

- BÍZIK, J.: Podmienky ovplyvňovania hodnôt pH pôdy hnojením. In: Zbor. Pôdna reakcia, Štrbské Pleso, 1988, s. 17-24.
 EMEADES, D. C. et al.: Effects of lime on pasture production on soils in the North Island of New Zealand. N. Z. J. agric. Res., 27, 1984, s. 371-382.
 MATULA, J. et al.: Kationtová výměnná sorpční kapacita, půdní kyselost a její úprava vápněním. In: Uplatnění nových metod v zemědělských laboratořích. Stříbro, ČSVTS 1986, s. 23-32.

SIROVÝ, V. et al.: Procesy acidifikace půd a jejich ovlivnění. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1980.
 ŠILAR, J. — SVOBODOVÁ, J.: Ověření acetátové metody ke zjišťování potřeby vápnění. Úroda, 1987, s. 421-424.
 TRÁVNÍK, K. — STAŇA, J.: Nová analytická metoda pro agrochemické zkoušení půd. Úroda, 1989, č. 2, s. 54-55.
 VANĚK, V. et al.: Agronomický význam úpravy půdní reakce. Zbor. Pôdna reakcia, Strbské Pleso, 1988, s. 49-58.

Došlo 5. 10. 1990

T. KVÍTEK (Research Institute of Amelioration and Soil Protection, Praha):
Variability of exchangeable reaction under permanent grasslands.
 Rostl. Výr., 38, 1992 (1) : 81-88.

The soil reaction is expressed by pH_{KCl} values. These values were measured in the growing season of the years 1985—1988 in 14 diurnal interval in all treatments of the second and the fourth replications. There were included all N and Ca treatments along with their interactions.

Statistical analysis was done on the basis of years, depths, replications and Ca treatments by analysis of variance. Tab. I shows the F -ratio calculated and the significance level reached for essential factors of pH monitoring. It follows from Tab. I that the year as a factor is significant for chosen degree of probability $P = 0.05$ (limit of significance), however, not for $P = 0.01$ (limit of high significance). Other factors are significant also for $P = 0.01$.

After the first year of pH monitoring, average pH values are increasing by 0.15 pH_{KCl} . In 1988, however, a slight decrease is indicated. Fig. 1 shows this development by means of an average and percent confidence for mean. It follows from this that a significant difference in pH exists between the years 1985 and 1986—1987. Sweetening increased pH markedly from a mean value 5.52 in 1985 to pH 5.67 in 1986 and 1987. In the fourth year pH decreased from 5.63 and there is no significant difference in comparison with the first year of investigations.

With respect to the fact that the results of effect of: depth (Fig. 2), replication — were rather significant and averaging their values would be a mistake, a set was classified according to two effects above-mentioned. Thus, four sets arose (not taking into account the effect of a year at the degree of probability $P = 0.01$) which were evaluated separately. It was demonstrated that pH values of both depths in the same replication corresponds mutually, but they are different only in absolute values. When pH decreases in a depth 5 to 25 cm, decrease in pH can be seen also in a depth 25 to 40 cm. To evaluate the Ca and N effect on pH change in both replications, only data obtained from a depth 5 to 25 cm are used. In the second replication, pH_{KCl} values are much higher ($\bar{x}$ 5.72; the fourth replication 5.52) and even the effect of Ca rates on pH change is different in the second and the fourth replications. Figs 3 and 4 illustrate this.

The ground limestone rates caused sharp and significant change in pH values on an average for four years with Ca 2 and Ca 12 treatments. Very surprising are the pH data in the Ca 6 treatment, so in the second, as in the fourth replication. In the second replication, pH is identical with untreated variant, it is below the level of Ca 2 rate in the fourth replication. The Ca 2 rate was highly effective in the second year and ineffective was the Ca 6 rate, this one was ineffective in the fourth replication. Tab. II gives a survey of average pH values for four years (depth 5 to 25 cm) which is designed according to the plan of the trial with falling slope.

The values of the third replication represent the average for regular chemical pH analyses in different years after the second cut. The tendency to decrease the pH values with the rising slope, does not correspond to the practices with sweetening. It is indicated that the effect of sweetening is overlapped by other factors. This relationship may explain the surprising mean pH values in Ca 2 and Ca 6 treatments in the second replication, and some insignificant differences in average pH values of the Ca 2 and Ca 6 treatments in the fourth replication. Other marked factor was high fluctuation of pH values during the growing season.

The data on maximum and minimum pH values are given in Tab. III. The evaluation is given with no respect to treatments and replications. It indicates

how wide range is for pH values in the experimental area. Evaluating the maximum and minimum values according to the sweetening treatments, the shift to the basic reaction occurs, but the range of fluctuation remains almost the same. pH difference is 2.9 in the fourth replication in Ca 0 N₀ and 2.6 in Ca 12 N₀. Fig. 5 shows the fluctuation of pH values in 1988 in the treatment Ca 0 and Ca 12 N₀ of the fourth replication.

The soil samples from the third replication were also evaluated for Fe and Al content after Tamm (determination of varying non-silicate forms). While concentration of elements by Ca and N plots in Al indicates no changes, in Fe may be marked by situation of plots and to find the same analogy as in the case of decrease in pH values (Tab. IV). This can be explained by acting acid salts, especially of Fe which are in soils in oxides, hydrates and are the source of ions H⁺ releasing, and thus also the changes in pH, and increase in the Fe concentration in soil. It can be seen that the Fe concentration rises with increasing granularity grade I and soil moisture.

REAKCIA HYBRIDOV KUKURICE NA MIMOVEGETAČNÉ A VEGETAČNÉ ZRÁŽKY PRI RÔZNYCH HUSTOTÁCH PORASTU

Juraj Truksa

Zeainvent — Výskumný a šľachtiteľský ústav, 917 52 Trnava

Na úrodnej degradovanej černoze sme skúšali reakciu odlišných hybridov kukurice na zahustenie porastu až do počtu rastlín $120\,000\text{ ks}\cdot\text{ha}^{-1}$. Úspech hustého porastu bez i so závlahou závisel od množstva zrážok od 1. 10. do 31. 3. Zábranou pre zvýšenie úrody zahusteného porastu sa prejavil nadmerne zrážkový máj alebo suchý jún. Platí to najmä pre hybrid TOMv 460, ktorý zo skúšaných genotypov vykazoval najdlhšiu vegetačnú dobu a prisudzuje sa mu najmohutnejší koreňový systém. Tento hybrid po väčšej sume zrážok od 1. 10. do 31. 3. (a potom v júni) kladne reagoval na najvyššiu skúšanú hustotu porastu. Vysvetľuje sa to hypotézou o tvorbe CO_2 v primerane vlhkej pôde. Mimovegetačné zrážky možno doplniť jesenným zavlažením, proti negatív- nemu účinku nadmerne vlhkého mája treba ešte hľadať spôsob ochrany.

Úroda zrna kukurice je výsledkom pôsobenia celého komplexu činiteľov, medzi ktorými je veľa vzájomných väzieb. Do spomínaného komplexu patrí tiež voda; rozhoduje množstvo, ktoré majú rastliny k dispozícii, avšak dôležitý je tiež jej stupeň využitia pre úrodotvorné procesy.

Na uvedený stupeň využitia vody silne spolupôsobí hustota po- rastu; zväčšovaním počtu rastlín narastá produkcia biomasy a s ňou sa prirodzene zvyšuje spotreba vody. Táto skutočnosť si vyžaduje späť- nú väzbu, t. j. určitú reguláciu tvorby biomasy v závislosti od vlhkost- ných pomerov. Realizuje sa to jednak rozlíšením hustoty porastu pre pomery suchšie a pre výhodnejšie. Za výhodnejšie považujeme loka- lity s častejšou frekvenciou zrážok, ďalej pozemky s priaznivou hladi- nou podzemnej vody a napokon parcely s možnosťou zavlažovania.

Diferencovanie počtu rastlín na plošnú jednotku pre rôzne geno- typy sa doteraz robilo prevažne, resp. výlučne podľa charakteru nad- zemnej hmoty. Pre nižšiu kukuricu, t. j. pre hybridy s vegetačnou dobou prevažne kratšou, sa volil hustejší porast. Naopak pre neskoršie hyb- ridy s mohutnejším vzrastom sa určila spravidla menšia hustota po- rastu, aby nadmerná produkcia biomasy nekolidovala s nedostatkom vody v prostredí.

Výsledky viacerých pokusov publikovaných v poslednom desať- ročnom období však v značnej miere spochybňujú správnosť vyššie uvedenej zásady, t. j. voľby hustoty porastu v negatívnej závislosti od dĺžky vegetačnej doby (Truksa, Záborský, 1980; Truksa et al., 1985; Hertel, Rikanová, 1987; Szél, 1988). Hodnotenie výsledkov v týchto citovaných prácach privádza k názoru o rozdiel- nosti koreňového systému, a to v prospech neskorších genotypov,

ktoré môžu prenikať hlbšie a tak vytvoriť viacej koreňovej hmoty. Tento predpoklad sa v značnej miere potvrdil sledovaním koreňov vybraných hybridov na VÚK Trnava (Ugorová, 1989 — os. sdelení).

Optimálny počet rastlín na plošnej jednotke závisí nielen od vlastností hybridu, ale aj od úrodnosti pôdy. Obidva faktory sú dynamické, čo sa odráža aj na výsledkoch získaných v Maďarsku. Kým na prechode 50. a 60. rokov bol uvádzaný ako najvhodnejší počet rastlín 35 000 ks.ha⁻¹ (Györfy, 1961), v súčasnosti sa optimum nachádza v rozpätí 65 000 až 80 000 ks.ha⁻¹, pričom hybridy tolerantné na hustotu sa majú pestovať pri počte rastlín 90 000 až 100 000 ks.ha⁻¹ (Györfy, Berzsényi, 1987).

Využitie vody pre úrodu zrna závisí od viacerých činiteľov, medzi ne patrí tiež zásoba živín v pôde (Derco, 1979; Černý a kol., 1982). Takisto dôležitým činiteľom z tohto hľadiska sa ukazuje tvorba CO₂ v pôde (Bedrna, Lopatník, 1982). Režim prístupných živín v pôde na začiatku vegetácie kukurice značne závisí od hydrotermických pomerov predchádzajúceho mimovegetačného obdobia (Truksa, Sedláč, 1991).

Čo sa týka tvorby CO₂, Marendiak, Kopčanová (1980) zistili, že v ornici sa v priemere za 1 h vytvára 2 až 5 kg.ha⁻¹. Pre pochopenie dôležitosti vody v procese vzniku CO₂ je významný údaj posledne citovaných autorov, že po daždi v piesočnatých pôdach býva až 10% CO₂.

Výkonnejšie genotypy pre plné využitie vody potrebujú viacej CO₂. Tým sa tiež vysvetľuje skutočnosť, že hybrid TOMv 460 vynikal kladnou reakciou na zahustenie porastu, a tým preukázal svoju veľkú výkonnosť v takých ročníkoch, v ktorých bol jún bohatý na zrážky. Pre hybridy s menšou výkonnosťou stačí, aby proces intenzívnej tvorby CO₂ začal až v hlavných letných mesiacoch, kým pre výkonnejšie už na prechode mája a júna (Truksa, 1989). Z konštatovaných faktov a poznatkov vyplýva, že priaznivost' konkrétneho ročníka pre pestovanie kukurice sa líši podľa jednotlivých skupín hybridov.

Porovnaním našich výsledkov z roku 1984 a výsledkov, ktoré získal Šimon (1987) v tom istom roku, sa zistilo, že pre skorý hybrid (CE 195) v roku s predpokladom slabej pôdnej biologickej aktivity možno nedostatočný efekt závlahovej vody kompenzovať jej vyššou dávkou; pre hybrid s dlhšou vegetačnou dobou (TO 440) s väčším nárokom na teplotu pôdy nebola spomínaná kompenzácia aktuálna.

MATERIÁL A METÓDA

Riešenie prebiehalo pomocou poľných maloparcelkových pokusov polyfaktoriálneho charakteru. Obsahom pokusu boli tri hybridy, štyri hustoty porastu a dva varianty vodného režimu (bez a so závlahou).

Ako hybridy boli použité DEA (kontrolný variant), TOMv 335 (pomocná kontrola pre zavlažovanie) a TOMv 460.

Podľa špeciálnych pozorovaní sa hybrid TOMv 460 líšil od predchádzajúcich dvoch nielen dlhšou dobou vegetácie, ale aj schopnosťou preniknúť do väčšej hĺbky, pričom v hlbšej vrstve vytváral tiež hustejšiu sieť oproti spomínaným skorším hybridom.

I. Výsledky analýzy pôdných vzoriek (Farský Mlyn) — The results of analysis of soil sample (Farský Mlyn)

Ukazovateľ ¹	Rozpätie hodnôt ⁴
pH (KCl)	5,8 — 6,1
Humus ² (%)	1,90 — 2,20
Celkový N ³ (%)	0,195 — 0,245
P (mg. 1000 g ⁻¹)	52,0 — 78,0
K (mg. 1000 g ⁻¹)	180,0 — 278,0
Mg (mg. 1000 g ⁻¹)	143,0 — 187,0

¹parameter, ²humus, ³total N, ⁴range of values

Počet rastlín na 1 ha bol 66 000 ks. ha⁻¹ (700×214,3 mm); 80 000 ks. ha⁻¹ (700×178,3 mm); 100 000 ks. ha⁻¹ (700×142,8 mm); 120 000 ks. ha⁻¹ (700×119,0 mm).

Vodný režim predstavoval nezavlažované (N) a zavlažované (Z) varianty. Zavlažovanie prebiehalo podľa gravimetrického sledovania pôdnej vlhkosti pod hybridom TOMv 335 pri hustote 80 000 rastlín na 1 ha. Predzávlahová vlhkosť bola 60 % VVK do metania, 80 % do mikrofázy tvorby zrna a 60 % do voskovo-mliečnej zrelosti.

Pokusy sa zakladali na pozemkoch VÚK Trnava, Farský Mlyn. Pôda bola hlinitá degradovaná černoziem so sprašovým substrátom. Hladina podzemnej vody je hlboká a neovplyvňuje vlhkostné pomery v rhizosfére kukurice. Stupeň skultúrenia pôdy je pomerne vysoký, výsledky analýzy pôdných vzoriek uvádza tab. I. Množstvo zrážok a teploty sú uvedené v tab. II.

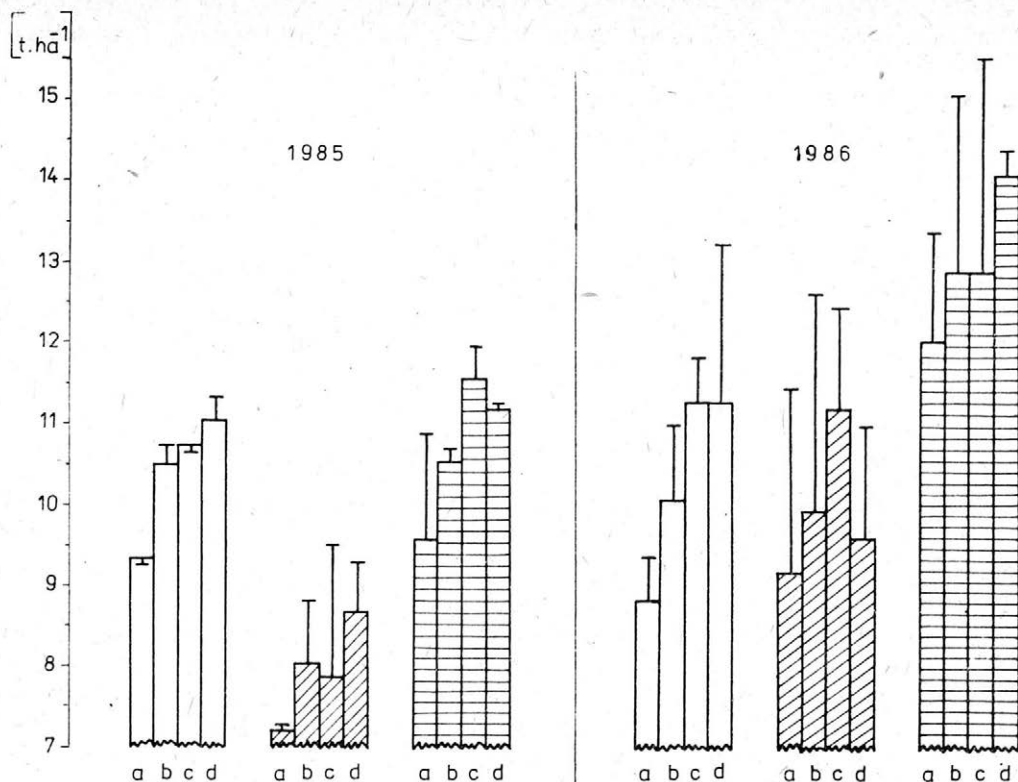
II. Teplotné a zrážkové pomery v rokoch zakladania pokusov — Temperature and precipitation conditions in the years of establishment of trials

Rok ¹	Ukazovateľ ²									
	priemerná teplota ³ (°C)			suma zrážok ⁴ (mm)						
	mesiace ⁵									
	1. 4. — 30. 9.	4.	5.	1. 10. — 31. 3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
1985	15,5	9,8	15,7	254,9	9,4	126,6	65,9	48,9	95,3	14,7
1986	16,3	11,5	16,7	360,7	37,3	60,7	95,3	28,4	74,3	17,1
1987	15,7	9,7	12,9	233,5	29,0	78,5	48,8	20,0	38,2	20,0
1988	16,2	9,6	16,1	263,5	25,1	45,1	81,5	10,8	109,1	62,5

1. 4. — 31. 9. — mimovegetačné obdobie (dôležité najmä zrážkami)⁶

1. 10. — 30. 3. — vegetačná perióda⁷

¹year, ²parameter, ³average temperature, ⁴sum of precipitation, ⁵months, ⁶out-of-the growing season period (important mainly by precipitation), ⁷growing season



1. Úroda zrna odlišných hybridů pěstovaných bez a so závlahou při stupňované hustotě porostu v letech 1985 a 1986 — The grain yield of different hybrids grown with and without irrigation at graduated stand density in the years 1985 and 1986

- úroda zrna hybridu DEA (bez závlahy) — grain yield of the DEA hybrid (without irrigation)
- ▨ úroda zrna hybridu TOMv 335 (bez závlahy) — grain yield of the TOMv 335 hybrid (without irrigation)
- ▤ úroda zrna hybridu TOMv 460 (bez závlahy) — grain yield of TOMv 460 (without irrigation)
- ⊥ přírůstek úrody po závlahy — yield increment after irrigation

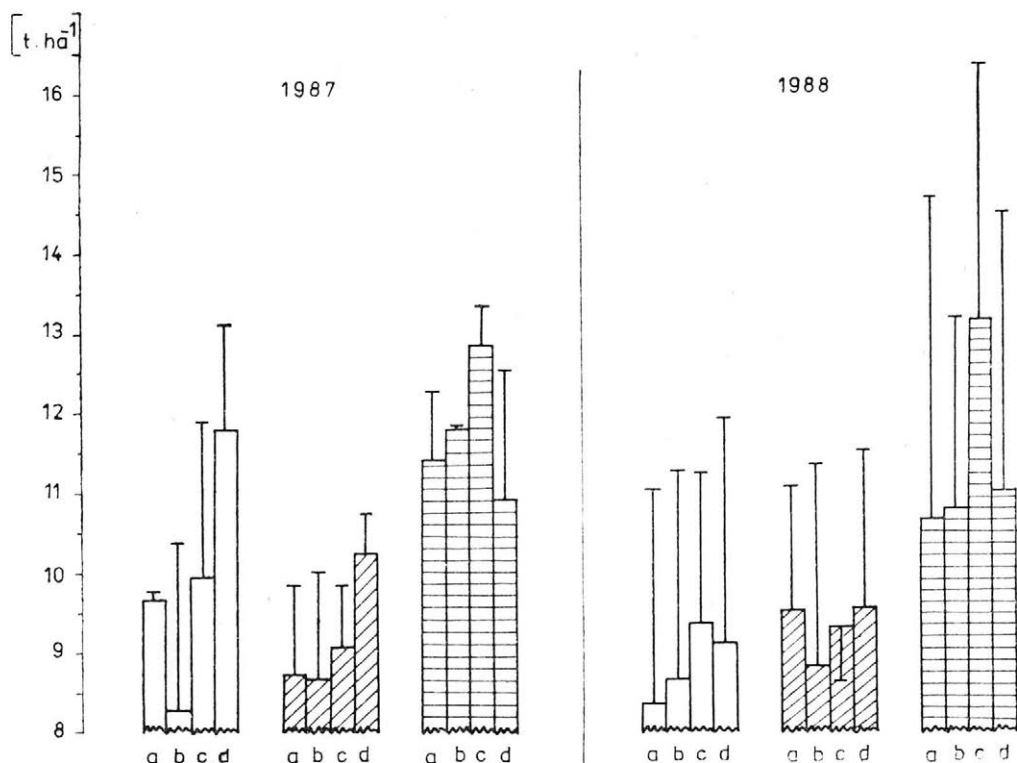
osa x: varianty (počet rostlin v ks. ha⁻¹) — x axis: treatments (number of plants, plants per ha): a) 66 000; b) 80 000; c) 100 000; d) 120 000

osa y: úroda zrna (t. ha⁻¹) — y axis: grain yield (t per ha)

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Z obr. 1 a 2 vyplývá rozdielna vhodnosť jednotlivých ročníkov pre vybrané hybridy. Pre genotyp s najdlhšou dobou vegetácie (TOMv 460) pri pestovaní bez závlah to bol rok 1986, so závlahou zase rok 1988. Z ostávajúcich dvoch pri pestovaní bez závlahy sa najvyššia úroda hybridu DEA zaznamenala roku 1987, kým v prípade TOMv 335 roku 1986.

Priebeh počasia roku 1986 síce vyhovoval dvom hybridom (TOMv 335, TOMv 460), avšak ich reakcia nebola celkom totožná. Na rozdiel od rozšíreného názoru o účelnosti zvyšovania počtu rastlín na 1 ha predovšetkým pre hybridy s kratšou dobou vegetácie lepšie využil za-



2. Úroda zrna odlišných hybridů pěstovaných bez a so závlahou při stupňované hustotě porostu v letech 1987 a 1988 — The grain yield of different hybrids grown without and with irrigation at graduated stand density in the years 1987 and 1988

hustenie v rámci nezavlažovaného bloku neskorší hybrid TOMv 460. Ide najmä o variant so 120 000 rastlinami na 1 ha (obr. 1).

V ďalšom ročníku boli však zistené opačné tendencie, čo vyplýva zo značne rozdielného charakteru počasia tak pred vegetáciou, ako aj počas vegetačnej periódy roku 1987 oproti rovnakému obdobiu o rok skôr. Hybridy s kratšou dobou vegetácie zvýšili úrodu aj pri zahutnení porastu na 120 000 ks. ha^{-1} , kým TOMv 460 reagoval kladne výškou svojej úrody iba do počtu 100 000 ks. ha^{-1} .

Príčinou značných rozdielov medzi vyššie spomínanými ročníkmi boli tieto odlišnosti: kým od 1. 10. 1985 do 31. 3. 1986 padlo spolu 360 mm, o rok neskôr za rovnako dlhé obdobie len cca dve tretiny, t. j. 233 mm; podobne v júni 1987 oproti rovnakému mesiacu o rok skôr napršalo približne len polovičné množstvo; opísaný priebeh počasia pred a cez vegetáciu roku 1986 vyhovoval výkonnejšiemu hybridu, kým roku 1987 bolo maximálne zahutnenie porastu možné iba pre hybridy s produktivitou nižšou oproti hybridu TOMv 460.

Bohatšie mimovegetačné zrážky umožnili hlbšie prevlhčenie pôdneho profilu, preto prechodné letné sucho roku 1986, spojené s horúčavami a silným výparom, lepšie prekonal hybrid s hlbším zakorenenním. Hybrid TOMv 460 vo variante s najhustejším porastom roku 1986 (obr. 1) dal bez závlahy vyššiu úrodu zrna ako zavlažovaný variant

s najredším porastom. Z uvedeného možno usudzovať, že zahusťovanie porastu v danom ročníku stimulovalo rozvoj koreňov a ich rast do hlbších vrstiev, kým zavlažovanie prenikanie koreňov do hĺbky pravdepodobne v rôznej miere brzdilo.

Vegetačná perióda roku 1987 nasledovala po značne menšom súčte mimovegetačných zrážok, preto nemohla dostatočne vyhovovať hybridu so schopnosťou hlbšieho zakorenenia, a to ani v prípade zavlažovania počas vegetácie. Z uvedeného dôvodu najhustejší porast v bloku bez závlahy dal najnižšiu úrodu. Z priebehu počasia sa dá usudzovať, že pre efektívnejšie využitie závlahovej vody chýbala najvýkonnejšiemu genotypu (TOMv 460) dostatočná intenzita pôdnej biologickej aktivity a jej výsledný produkt, t. j. oxid uhličitý, ktorý sa netvoril v dostatočnom množstve. Príčinou oneskorenia intenzívnej produkcie CO₂ bol nielen chladnejší charakter vegetačnej periódy v roku 1987, ale tiež suchší jún. Pre menej výkonné genotypy, t. j. pre hybrid DEA a TOMv 335, menej zrážok v júni roku 1987 a z toho odvodený predpoklad oneskorenia tvorby CO₂ nepredstavovali prekážku, ktorá by zabránila kladnej reakcii na hustotu so 120 000 rastlinami na 1 ha, a to tak bez závlahy, ako aj so závlahou. Túto hypotézu o súvislosti medzi zrážkami a tvorbou CO₂ možno čiastočne podporiť výsledkami, ku ktorým dospeli Marendiak, Kopčanov (1980).

Výsledky z roku 1985 vyznievajú podobne ako z roku 1987. Množstvo júnových zrážok bolo takisto podstatne menšie ako roku 1986. Naopak roku 1988 bol súčet zrážok za jún najbližší údaj za ročník 1986, preto najproduktívnejší hybrid TOMv 460 v tomto roku pri použití závlahy zaznamenal za štvorročné obdobie najvyššiu úrodu (16,39 t. ha⁻¹). Zvyšovanie úrody v dôsledku zahusťovania porastu bolo však úspešné iba do 100 000 ks. ha⁻¹, kým roku 1986 až do 120 000 ks. ha⁻¹. Vysvetlenie sa tu núka pohľadom na súčet mimovegetačných zrážok; najhustejší porast v bloku bez závlahy i so závlahou vo väčšine rokov je na druhom mieste, kým roku 1987 vychádza ako najslabší.

Napriek uvedenému názoru o potrebe vyššej vlhkosti pôdy v skoršom období pre výkonnejší hybrid sa musí konštatovať určitá hranica. Konkrétne väčšie množstvo srážok na začiatku vegetácie, t. j. približne do 20. mája, sa neosvedčilo nielen pre najvýkonnejší hybrid TOMv 460, ale ani pre genotyp s najslabším koreňovým systémom, t. j. pre TOMv 335. Vyplýva to z výsledkov úrod roku 1985 (obr. 1), ktoré súčasne môžu poslúžiť ako podpora názoru o význame dostatočne rozvinutého koreňového systému pre výšku produkcie zrna.

Vychádza sa z predpokladu, že na rast koreňov kukurice pôsobí stimulačne teplota pôdy, kým vlhká ornica pri nedostatočnom navlážení podornice zase inhibične. Na základe priebehu zrážok a teplôt v máji roku 1985 nemožno kalkulovať s intenzívnym rastom koreňov a najmä nie s ich prenikaním do hĺbky. Z uvedeného dôvodu v tomto roku sa zaznamenali z obdobia 1985 až 1988 najnižšie úrody pri hybride TOMv 460 a TOMv 335.

Názor o negatívnom vplyve veľkého množstva zrážok (a podobne tiež o škodlivosti zavlažovania kukurice v máji) možno doložiť porovnaním výsledkov z rokov 1985 a 1987. Máj roku 1987 bol chladnejší, ale oproti rovnakému mesiacu roku 1985 napršalo o 48 mm menej, pričom úrody boli celkove vyššie ako v roku 1987. Dá sa to prisúdiť

slabšiemu rastu koreňov v roku 1985. Z uvedeného dôvodu by sme mali poznať a využívať prostriedky pre stimuláciu rastu koreňov po nevhodnom priebehu počasia na začiatku vegetácie kukurice.

Úspešnosť zahustenia porastu závisí teda od mnohých faktorov. Popri množstve zrážok cez letné mesiace alebo za celú vegetačnú periódu rozhodujú tiež mimovegetačné zrážky, teplota pôdy, ďalej podmienky pre rast koreňov a pre ich prenikanie do podornice, okrem toho aj dostatočná prítomnosť CO_2 tak v pôde, ako aj v mikroklimatickom prostredí.

Vymenované podmienky sa výraznejšie uplatnia pre výkonnejšie hybridy. Z uvedeného dôvodu starú zásadu, podľa ktorej genotypy s dlhšou dobou vegetácie sa majú pestovať pri menšom počte rastlín na 1 ha, treba považovať za aktuálnu iba v menej vyhovujúcom prostredí. Je nutné zdôrazniť, že naopak so zlepšovaním situácie spomenutých činiteľov treba zvyšovať hustotu porastu aj pre vzrastnejšie a výkonnejšie genotypy. K podobnému záveru sa došlo syntézou poznatkov z pokusov zakladaných na našom pracovisku v rokoch 1971 až 1984 (TRUKSA, 1991). Pre zdokonalenú metódu určovania hustoty porastu by sme mali poznať charakter koreňového systému pestovaného hybridu.

Čo sa týka prírastku úrody zrna umožneného zavlažením kukurice počas vegetácie, ukazuje sa tu určitá závislosť od podmienok vytvárajúcich predpoklad pre intenzívnu tvorbu CO_2 . Platí najmä pre najproduktívnejší zo skúšaných hybridov. Konkrétne roku 1986 pri základnej úrode (bez závlahy) $12,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ porast so 100 000 rastlinami na 1 ha po zavlažení zvýšil úrodu o $2,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Ešte väčší efekt sa zaznamenal roku 1988 (opäť hybrid TOMv 460), keď oproti úrode $13,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ zrna sa zásluhou závlahy zaznamenal prírastok $3,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. V oboch prípadoch (1986, 1988) išlo o ročníky s teplejším letom a s väčším predpokladom intenzívnej tvorby CO_2 . Menej produktívny hybrid DEA reagoval na závlahu výrazným prírastkom úrody nielen roku 1986 ($1,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), resp. roku 1988 ($2,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), ale aj v chladnejšom ročníku 1987 ($2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Literatúra

- BEDRNA, Z. — LOPATNÍK, J.: Zvyšovanie úrodnosti pôdy hnojením. Bratislava, Príroda 1982.
- ČERNÝ, V. a kol.: Základy intenzívnej rastlinnej výroby. Praha, SZN 1982.
- DERCO, M.: Kukurica v závlahových podmienkach. In: Nové smery v pestovaní a zbere kukurice. In: Zbor. Ref. Dom Techn. Košice, 1979, s. 83-91.
- GYÖRFFY, B.: Kukurica trágyázási és művelési kísérletek. Budapest, Akadémiai Kiadó 1961.
- GYÖRFFY, B. — BERZSÉNYI, Z.: Rezultaty i problemy agrotechničeskich issledovatel'skich rabot v sel'skochozjajstvennom NII VAN. Inform. Bjul. Kukur. Martonvásár, MTA—MKI 1987, č. 6, s. 15-34.
- HERTEL, F. — RIKANOVÁ, J.: Vliv rozdílné organizace porostu na výnos kukurice. Rostl. Výr., 33, 1987, č. 6, s. 597-602.
- MARENDIAK, D. — KOPČANOVÁ, E.: Mikrobiológia. Uč. Text. Vys. Šk. poľnohosp. Nitra, Bratislava, Príroda 1980.
- SZÉL, E.: Osobné vystúpenie na porade špecialistov RVHP. Poznaň, 1988.
- SIMON, J.: Zvýšení produktivity kukurice na zrna závlahou na lehkých půdách Polabí. Rostl. Výr., 33, 1987, č. 6, s. 581-587.
- TRUKSA, J. — ZÁBORSKÝ, J.: Úrodnost hybridov kukurice pri rôznej organizácii porastu v závlahových podmienkach. Rostl. Výr., 26, 1980, č. 6, s. 639-649.

TRUKSA, J. — LONGAUER, Š. — MAZÚR, M.: Zvýšenie a stabilizácia úrod kukurice v rôznych podmienkach. [Záverečná správa.] Trnava, VÚK 1985.
TRUKSA, J.: O vhodnej hustote porastu pre hybrid TOMv 460 pestovaný bez i so závlahou. Slovosivo, 4, 1989, č. 11, s. 14-17.
TRUKSA, J.: Syntéza poznatkov o hustote a organizácii porastu kukurice na zrno (za roky 1971—1984). In: Ved. Práce Výzk. Úst. Kukur. Trnava, 1991, č. 16.
TRUKSA, J. — SEDLÁK, A.: Vzťah hnojenia a hustoty porastu kukurice k produkcii bielkovín a lyzínu. Rostl. Výr., 37, 1991, č. 12, s. 1001-1006.

Došlo 30. 10. 1990

J. TRUKSA: (Maize Research Institute, Trnava):

The response of maize hybrids to precipitation in and out of the growing season at different stand densities.

Rostl. Výr., 38, 1992 (1) : 89-96.

The response of different hybrids of maize to thickening of the stand up to the number of 120,000 plants per ha was tested on fertile degraded chernozem. The success of a thick stand with and without irrigation was dependent on the sum of precipitation from October 1 to March 31. Extreme precipitation in May or arid June were found to be the prevention in the increase of the yield of thickened stand. This applies especially to the TOMv 460 hybrid which exhibited the longest growing season of all tested genotypes and had the strongest root system. This hybrid had a positive response to the highest tested stand density after higher sum of precipitation from October 1 to March 31 (and than in June). This explained by hypothesis on CO₂ formation in the soil of sufficient moisture. Store precipitation may be supplied with autumn irrigation, other ways of protection are to be find against negative effect of extreme moist May.

KONCENTRACE MAKROŽIVIN V BRAMBORÁCH PŘI PĚSTOVÁNÍ NA KONTAMINOVANÉ PŮDĚ TĚŽKÝMI KOVY PO APLIKACI PŮDNÍCH ZLEPŠOVAČŮ

Jaroslav Hlušek, Rostislav Richter

Vysoká škola zemědělská, 613 00 Brno

V práci jsou uvedeny výsledky nádobového pokusu, ve kterém byl sledován obsah N, P, K, Ca, Mg v bramborové nati a hlízách brambor při jejich pěstování na kontaminované půdě stupňovanými dávkami Zn, Pb, Cd po aplikaci půdních zlepšovačů (ionex, humát, bentonit). V experimentu se ukázalo, že stupňované dávky těžkých kovů v půdě vyvolaly snížení obsahu N a P v nati brambor, koncentrace K byla ovlivněna nepravidelně. Stupňováním dávky těžkých kovů na 1040 mg Zn, 38,2 mg Pb a 0,84 mg Cd $\cdot$ kg⁻¹ zeminy nedošlo ke změně obsahu Ca a Mg v nati, při dalším zvýšení obsah Ca průkazně narůstal, Mg při nejvyšší dávce významně poklesl. Z použitých půdních zlepšovačů se projevila účinek pouze u bentonitu, po jehož aplikaci došlo k významnému snížení obsahu Ca v nati brambor. Ani u hlíz se neprojevila jednoznačná tendence v obsahu N, P, K, Ca, Mg pod vlivem stupňovaných dávek těžkých kovů. Obsah N byl ovlivněn teprve nejvyšší dávkou Zn, Pb a Cd, a sice významně poklesl, účinek stupňovaných dávek těžkých kovů na obsah P a K byl nepravidelný, naopak koncentrace Ca a Mg byla významně redukována současně i po aplikaci bentonitu.

Zemědělská výroba v kontaminovaných oblastech je provázána celou řadou problémů. Nejde pouze o zhoršování agrochemických vlastností půdy v důsledku pronikání těžkých kovů do půdy ve formě pevných a plyných exhalátů, ale z pohledu hygienických předpisů o kumulaci řady prvků v různých orgánech pěstovaných plodin, a tím zvyšování obsahu nad přípustnou hodnotu čs. státní normy. Proto je potřebné v těchto oblastech sledovat dynamiku změn obsahu rizikových prvků v systémech atmosféra — půda — rostlina a přijímat taková opatření, která by alespoň částečně eliminovala negativní působení těžkých kovů v potravinovém řetězci.

Protože pohyb těžkých kovů v půdě je ovlivněn celou řadou faktorů, ke kterým m. j. patří hodnota půdní reakce, obsah minerálních koloidů, množství a kvalita humusových látek apod., doporučuje Richter (1983) jako základní opatření pravidelné vápnění půd pro udržení pH v neutrální oblasti. Za další možnost snížení pohyblivosti těžkých kovů považuje používání statkových hnojiv ve zvýšené míře a přes ekonomickou náročnost uvažuje o využití půdních zlepšovačů (bentonit, humát, iontoměniče). Rovněž Vostal, Penk (1989) uvádějí, že těžké kovy v půdě jsou imobilizovány jílovými minerály a ještě více jsou poutány huminovými kyselinami. Hadač (1989) pro obnovení čistoty životního prostředí doporučuje vrátit se alespoň zčásti ke stá-

jovým hnojivům. Illin, Stěpanova (1980) zjistili, stejně jako Lagerwerff, Specht (1970), že proti negativním účinkům Pb a Cd má půda obranné možnosti, které jsou přímo úměrné obsahu humusu a jílu. V literatuře jsou popisovány také vzájemné vztahy mezi některými mikroelementy, které mají buď synergický, nebo antagonistický vliv na jejich příjem a obsah makro- i mikroelementů v rostlinách. Např. Richter, Dvořák (1982) uvádějí kompetitivní vliv Fe a Mn na příjem Zn.

I když jsou v odborné literatuře popsány možnosti imobilizace těžkých kovů v půdě, chybí nám např. informace o tom, jak se projevují účinky sorbentů na imobilizaci těžkých kovů v konkrétních podmínkách při pěstování zemědělských plodin. Pokud uvedené látky mají schopnost imobilizovat, a tím ovlivňovat hladinu těžkých kovů v rostlinách, můžeme právem předpokládat, že působením sorbentů bude ovlivněn také příjem hlavních živin, a tím také chemické složení pěstovaných rostlin. Proto jsme si za cíl naší práce stanovili zjistit, jak bude ovlivněna koncentrace makroživin v rostlinách brambor po aplikaci půdních zlepšovačů na kontaminované půdě některými těžkými kovy.

MATERIÁL A METODA

Ke sledování uvedené problematiky byl založen vegetační nádobový pokus v Mitscherlichových nádobách. Do pokusu byla použita kontaminovaná půda Zn, Pb a Cd z katastru území Karviná, která obsahovala stupňovaná množství uvedených prvků, čehož bylo dosaženo při odběru změnou vzdálenosti od zdroje kontaminace.

Zemina byla zpracována podle agrochemických zásad a navážena do vegetačních nádob po 6 kg sušiny. Je charakterizována jako středně těžká, ilimerizovaná, oglejená na sprašové hlíně. Výsledky chemických analýz půd před založením pokusu uvádí tab. I.

U všech zemín bylo výměnné pH upraveno pomocí CaO na hodnotu 7 a u každé varianty byly aplikovány v pevném stavu tyto sorbenty: kontrola — bez sorbentu; ostion K upravený do H^+ cyklu v dávce

I. Výsledky chemických analýz půd před založením pokusu — Results of chemical analysis of soil before stand establishment

Varianta ¹	pH/KCl	Obsah prvku v mg. kg ⁻¹ zeminy ²			2M HNO ₃		
		P (Egner)	K (Schachtschabel)	Mg (Schachtschabel)	Zn	Pb	Cd
1	6,70	86,5	155,5	134,0	93,0	23,0	0,440
2	6,70	56,0	142,5	118,0	220,0	21,3	0,510
3	5,95	42,0	64,9	180,0	1040,0	38,2	0,840
4	6,10	116,2	239,0	146,0	2600,0	54,4	1,065
5	6,70	134,0	235,5	118,0	4150,0	81,9	1,485

¹variant, ²content of element in mg per kg of earth

II. Průměrný obsah makroelementů v nati brambor — Average content of macroelements in potato foliage

Varianta hnojení ¹	Sorbent ²	Procento v sušině ³				
		N	P	K	Ca	Mg
1	kontrola ⁴	2,0728	0,2823	0,9467	0,9553	0,6176
	ionex ⁵	2,1161	0,2656	0,9718	1,0837	0,6366
	humát ⁶	2,0922	0,2633	0,9897	1,0417	0,6461
	bentonit ⁷	2,5710	0,2448	0,9644	0,8923	0,6365
2	kontrola	1,6670	0,1788	1,0196	1,0326	0,5492
	ionex	1,8125	0,1883	1,0328	1,1146	0,6270
	humát	1,6156	0,1657	1,0596	1,0700	0,5950
	bentonit	1,4866	0,1336	0,9645	1,0997	0,6301
3	kontrola	1,8708	0,1973	0,9853	1,1461	0,6330
	ionex	1,8793	0,2252	0,9571	0,9529	0,5528
	humát	1,7212	0,2329	0,9139	0,9726	0,6807
	bentonit	2,1675	0,2330	0,9585	0,8691	0,7240
4	kontrola	2,4198	0,3138	1,0016	1,2918	0,8263
	ionex	2,1236	0,2585	0,9273	1,3268	0,8091
	humát	2,2625	0,2400	0,9422	1,3717	0,8690
	bentonit	2,2377	0,2645	0,9799	1,0034	0,7353
5	kontrola	1,5299	0,1580	1,0596	1,5004	0,5124
	ionex	1,6607	0,1705	1,0819	1,4333	0,4707
	humát	1,4935	0,1711	1,0432	1,3816	0,4404
	bentonit	1,8434	0,2663	1,0551	1,1527	0,5017

¹variant of fertilizing, ²sorbent, ³percent in dry matter, ⁴control, ⁵ionex, ⁶humate, ⁷bentonite

2 g na nádobu; humát sodný (pevný) v dávce 0,6 g na nádobu; bentonit v dávce 125 g na nádobu.

Každá varianta byla čtyřikrát opakována. Průmyslová hnojiva byla aplikována v kapalném formě, a to N jako DAM 390 (0,6 g N), P a K ve formě solu v dávce 0,5 g P a 1,6 g K na nádobu.

Do vegetačních nádob byly 4. května 1989 vysázeny předklíčené brambory (odrůda Resy) po jedné hlíze. Sadba byla vyrovnaná. Nádoby byly zalévány na 40% hodnotu maximální vodní kapacity. Sklizeň proběhla v biologické zralosti 21. 7. 1989.

Chemická analýza půdních vzorků byla realizována podle metodik AZP, tj. výměnné pH potenciometricky, P podle Egnera, K a Mg podle Schachtschabela, vlastní stanovení K na plamenném fotometru a Mg na AAS. Ke stanovení Zn, Pb a Cd bylo použito výluhu ve 2M HNO₃ na AAS (Varian Techtron).

Rostlinná hmota (hlízy, nať) byla analyzována ve čtyřech opako-

III. Průměrný obsah makroelementů v hlízách brambor — Average content of macroelements in potato tubers

Varianta hnojení ¹	Sorbent ²	Procento v sušině ³				
		N	P	K	Ca	Mg
1	kontrola ⁴	2,1658	0,5212	1,1409	0,2956	0,1811
	ionex ⁵	2,3084	0,4856	1,1806	0,2739	0,1724
	humát ⁶	2,1505	0,5302	1,1852	0,2560	0,1692
	bentonit ⁷	2,1003	0,5031	1,1625	0,2048	0,1737
2	kontrola	2,1055	0,3967	1,2715	0,2016	0,1603
	ionex	2,0353	0,4072	1,2500	0,1971	0,1455
	humát	2,1531	0,3945	1,1818	0,1921	0,1655
	bentonit	2,1177	0,4131	1,1886	0,1523	0,1579
3	kontrola	2,6156	0,5307	0,9761	0,1714	0,1664
	ionex	2,0117	0,4649	0,9886	0,1455	0,1525
	humát	1,9096	0,4833	0,9579	0,1473	0,1386
	bentonit	1,9523	0,5167	1,0329	0,1080	0,1371
4	kontrola	2,2508	0,5158	1,0977	0,2033	0,1266
	ionex	1,9654	0,5374	1,1636	0,1758	0,1224
	humát	2,4007	0,5368	1,0863	0,2002	0,1224
	bentonit	2,4484	0,5501	1,1682	0,1835	0,1282
5	kontrola	1,8005	0,4449	1,0568	0,2096	0,1360
	ionex	1,6648	0,4499	1,1636	0,1999	0,1403
	humát	1,6146	0,4181	1,1469	0,2096	0,1646
	bentonit	1,6879	0,5344	1,1242	0,2098	0,1770

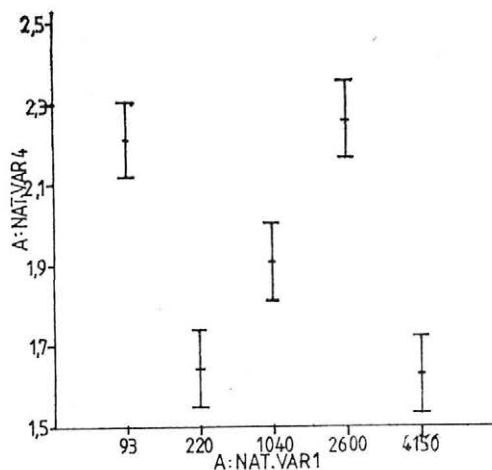
For 1—7 see Tab. II

váních po spálení na mokré cestě ve směsi koncentrovaných kyselin ($\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$) těmito postupy: P kolorimetricky vanadičnanovou metodou, K plamenometricky, Ca a Mg na AAS a ke stanovení N byla použita metoda Kjeldahlova.

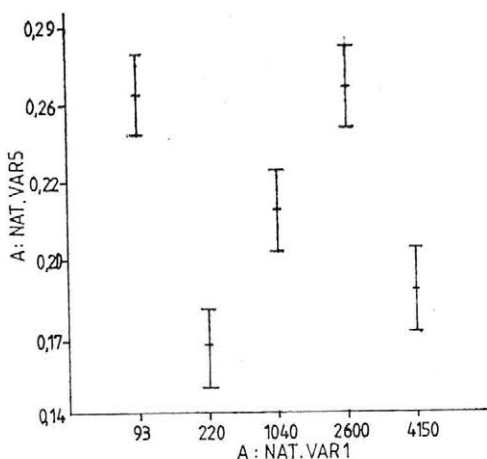
Získané výsledky byly vyhodnoceny statisticky metodou analýzy variance, průkaznost rozdílů mezi průměry byla otestována Tukeyovým testem při hladině významnosti 95 % a graficky vyjádřena konfidenčním intervalem.

VÝSLEDKY A DISKUSE

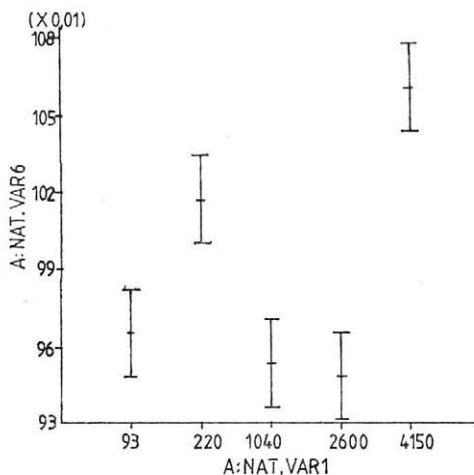
Závislosti mezi obsahem těžkých kovů v půdě a rostlinách brambor uvádějí Richter, Hlušek (1992). Průměrný obsah makroelementů v nati brambor udává tab. II, výsledky chemické analýzy hlíz jsou shrnuty v tab. III.



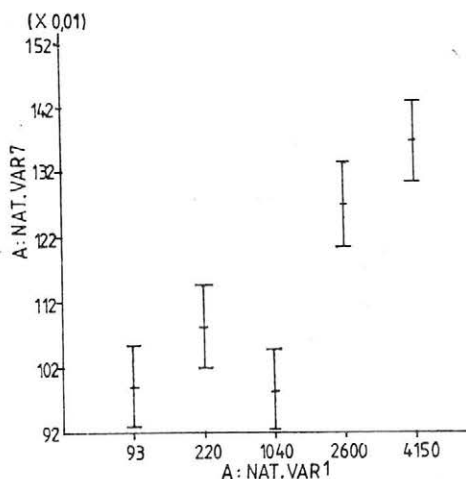
1. Obsah N v nati brambor v závislosti na obsahu těžkých kovů v půdě — N content in potato foliage in dependence on heavy metal contents in soil



2. Obsah P v nati brambor v závislosti na obsahu těžkých kovů v půdě — P content in potato foliage in dependence on heavy metal contents in soil



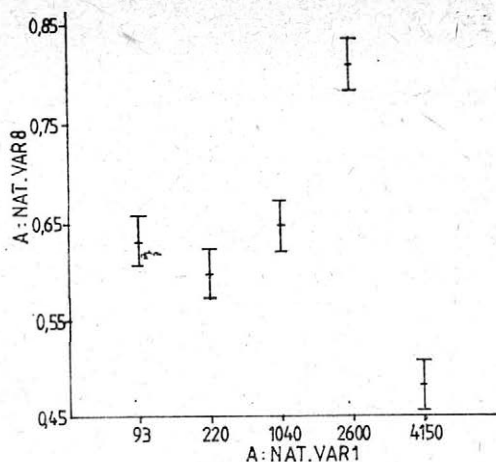
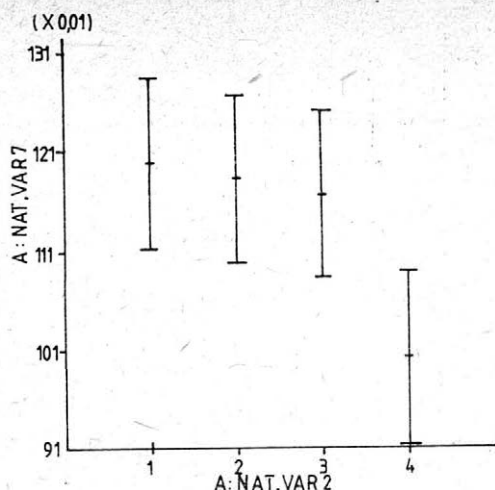
3. Obsah K v nati brambor v závislosti na obsahu těžkých kovů v půdě — K content in potato foliage in dependence on heavy metal contents in soil



4. Obsah Ca v nati brambor v závislosti na obsahu těžkých kovů v půdě — Ca content in potato foliage in dependence on heavy metal contents in soil

Vliv půdních zlepšovačů na koncentraci makroživin v nati

Vyhodnocením výsledků chemické analýzy bramborové nati bylo prokázáno, že stupňované dávky těžkých kovů v půdě významně ovlivňují obsah N v nati brambor (obr. 1). Při nejnižší hladině těžkých kovů nať obsahovala 2,21 % N v sušině. Rostoucí koncentrace Zn, Pb a Cd způsobila prokazatelnou redukci obsahu N v sušině bramborové nati s výjimkou varianty 4, u které při obsahu 2600 mg Zn, 54,4 mg Pb a 1,06 mg Cd.kg⁻¹ zeminy došlo naopak k mírnému zvýšení koncentrace N v porovnání s první hladinou, ovšem rozdíl nebyl statisticky



5. Vliv půdních zlepšovačů na obsah Ca v nati brambor — Effects of soil improvers on Ca content in potato foliage

6. Obsah Mg v nati brambor v závislosti na obsahu těžkých kovů v půdě — Mg content in potato foliage in dependence on heavy metal contents in soil

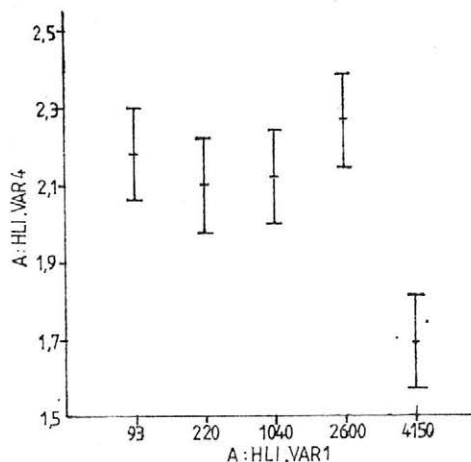
průkazný. Použité půdní zlepšovače se neprojeví průkazně, lze pouze konstatovat, že po aplikaci humátu obsah N v nati mírně poklesl a bentonit vyvolal jeho mírné zvýšení.

Z obr. 2 je zřejmé, že stupňované dávky sledovaných těžkých kovů ovlivnily koncentraci P v nati brambor stejným způsobem jako obsah N. Snížily tedy průkazně koncentraci P, z toho nejvíce varianta 2. Výjimku tvoří varianta 4, na které se koncentrace P v porovnání s variantou 1 nezměnila. Použití půdních zlepšovačů nemělo průkazný vliv na změny koncentrace P v nati brambor.

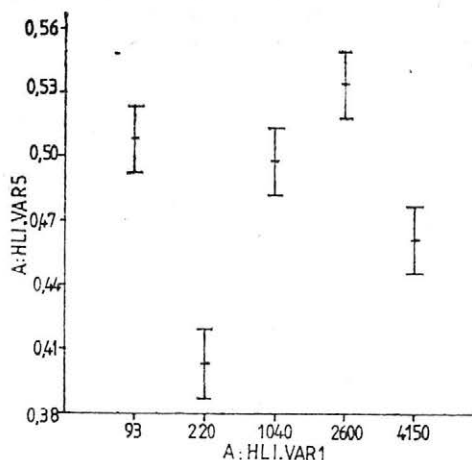
Vliv zvyšujícího se obsahu těžkých kovů v půdě na obsah K v bramborové nati je patrný z obr. 3. Při nejnižší hladině těžkých kovů obsahovala nat 0,96 % K v sušině. V 2. variantě se obsah K průkazně zvýšil, ve 3. a 4. variantě poklesl pod hodnotu varianty 1, ovšem rozdíly nebyly průkazné. Při nejvyšším obsahu těžkých kovů v půdě došlo k prudkému zvýšení obsahu K s průkazným rozdílem v porovnání se všemi variantami. Pěstování brambor v půdě po aplikaci půdních zlepšovačů mělo za následek mírný pokles obsahu K v nati, ovšem bez statisticky prokazatelných odchylek.

Změny v obsahu Ca v nati brambor, k nimž došlo v důsledku působení dávek těžkých kovů, vyjadřuje obr. 4. Z porovnání jednotlivých konfidenčních intervalů vyplývá, že zvyšování dávky těžkých kovů na 1040 mg Zn, 38,2 mg Pb a 0,84 mg Cd . kg⁻¹ zeminy neovlivnilo významně koncentraci Ca v nati brambor. Teprve až na 4. a 5. variantě se obsah Ca významně zvýšil. Z použitých zlepšovačů (obr. 5) se významně projevily účinky bentonitu snížením obsahu Ca v nati.

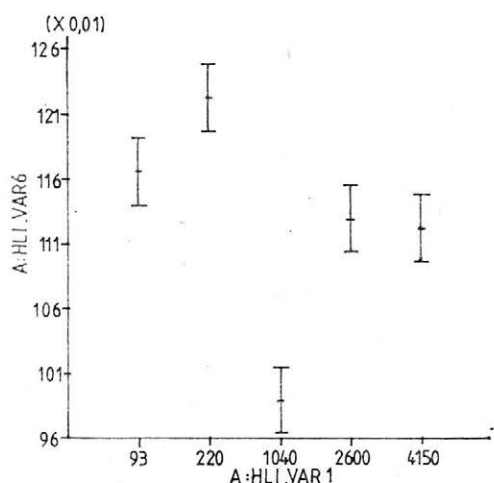
Obsah Mg v nati brambor byl prokazatelně ovlivněn až 4. a 5. hladinou těžkých kovů (obr. 6). Zajímavé je, že při 4. hladině se prudce zvýšil a 5. hladina naopak vyvolala významný pokles koncentrace Mg v porovnání s hladinami 1 až 3. Rozdíly v působení půdních zlepšovačů na obsah Mg v nati brambor byly v porovnání s kontrolou minimální, a tudíž statisticky neprůkazné.



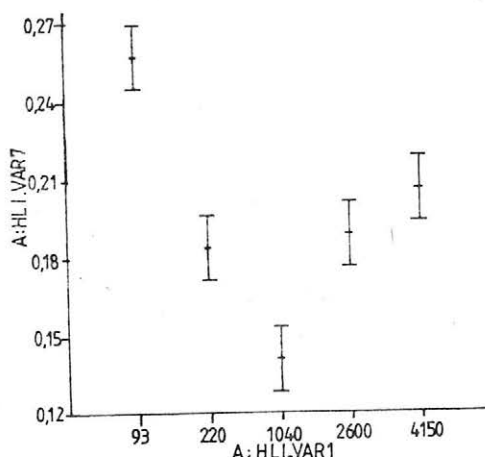
7. Obsah N v hlízách brambor v závislosti na obsahu těžkých kovů v půdě — N content in potato tubers in dependence on heavy metal contents in soil



8. Obsah P v hlízách brambor v závislosti na obsahu těžkých kovů v půdě — P content in potato tubers in dependence on heavy metal contents in soil



9. Obsah K v hlízách brambor v závislosti na obsahu těžkých kovů v půdě — K content in potato tubers in dependence on heavy metal contents in soil

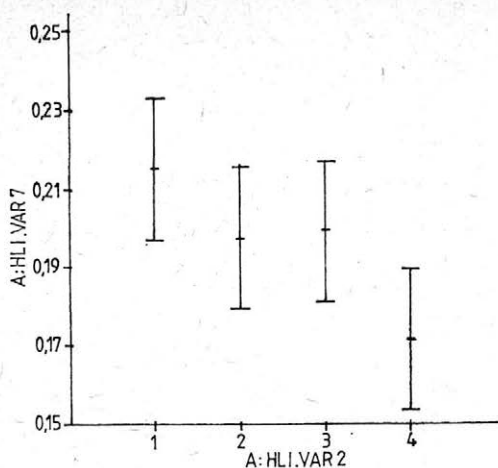


10. Obsah Ca v hlízách brambor v závislosti na obsahu těžkých kovů v půdě — Ca content in potato tubers in dependence on heavy metal contents in soil

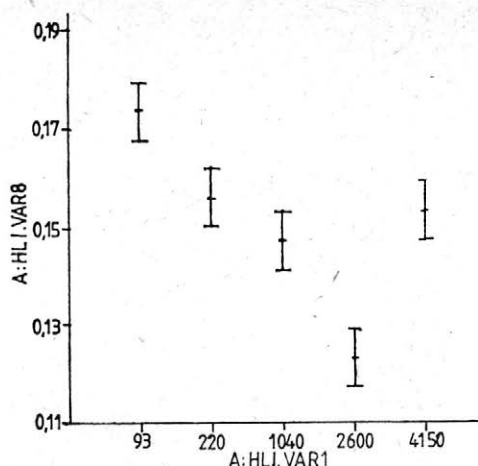
Vliv půdních zlepšovačů na koncentraci makroživin v hlízách

Výsledky získané chemickou analýzou hlíz brambor prokázaly, že účinky stupňovaných dávek těžkých kovů se projevily na jejich chemickém složení odlišně, než tomu bylo u nadzemní hmoty. Obsah N (obr. 7) byl výrazně ovlivněn až nejvyšší hladinou, kdy pokles z 2,18 na 1,68 % N v sušině byl statisticky průkazný. Po aplikaci půdních zlepšovačů je možno pozorovat mírný pokles obsahu N v hlízách, ovšem žádný účinek nebyl statisticky prokázán.

Obsah P (obr. 8) byl ovlivněn různými hladinami těžkých kovů nepravidelně. Stejně jako v nati při 2. hladině těžkých kovů obsah P prud-



11. Vliv půdních zlepšovačů na obsah Ca v hlízách brambor — The effect of soil improvers on Ca content in potato tubers



12. Obsah Mg v hlízách brambor v závislosti na obsahu těžkých kovů v půdě — Mg content in potato tubers in dependence on heavy metal contents in soil

Vysvětlivky k obr. 1 až 12:

NAT — bramborová nať, HLI — hlízy, VAR 1 — stupňované dávky Zn, Pb a Cd, VAR 2 — půdní zlepšovače, VAR 3 — opakování, VAR 4 — obsah N, VAR 5 — obsah P, VAR 6 — obsah K, VAR 7 — obsah Ca, VAR 8 — obsah Mg

Explanations to Figs 1 to 12:

NAT — potato foliage, HLI — tubers, VAR 1 — graduated Zn, Pb and Cd doses, VAR 2 — soil improvers, VAR 3 — replication, VAR 4 — N content, VAR 5 — P content, VAR 6 — K content, VAR 7 — Ca content, VAR 8 — Mg content

ce poklesl, při 3. a 4. hladině byly rozdíly neprůkazné a při nejvyšší hladině opět významně poklesl. Rozdíly v působení půdních zlepšovačů byly statisticky neprůkazné.

Podstatné rozdíly v obsahu K v hlízách brambor (obr. 9) byly zjištěny při 2. hladině (průkazné zvýšení) a 3. hladině (průkazné snížení). Půdní zlepšovače hladinu K v hlízách neovlivnily.

Jedním z prvků, který výrazně reagoval na stupňované dávky těžkých kovů, byl Ca (obr. 10). Jeho hladina v hlízách při zvyšování obsahu těžkých kovů v půdě poklesla, a to nejvíce při střední dávce (na poloviční obsah ve srovnání s 1. variantou). Rovněž vliv půdních zlepšovačů byl v případě obsahu Ca v hlízách výraznější než u ostatních živin (obr. 11). V porovnání s kontrolou došlo k poklesu obsahu Ca a účinek bentonitu byl dokonce statisticky průkazný.

Z obr. 12 vyplývá, že i Mg patří k živinám, jejichž příjem je významně ovlivňován zvýšenou koncentrací těžkých kovů v půdě. V případě bramborových hlíz jde o depresivní účinek, kdy zvýšené obsahy těžkých kovů vyvolaly významné snížení obsahu Mg. Nejvyšší pokles obsahu Mg byl zaznamenán při 4. hladině. Po aplikaci půdních zlepšovačů se obsah Mg v hlízách změnil minimálně, tedy statisticky neprůkazně.

Výnos sušiny hlíz byl bez ohledu na obsah Zn, Pb a Cd v půdě statisticky neprůkazný. Na základě posouzení obsahu Zn a Cd v čerstvé hmotě hlíz lze doporučit zeminy varianty 1 a 2 k pěstování brambor.

- HADAČ, E.: Cizorodé látky ovlivňující životní prostředí a rovnováhu biosféry. In: Sbor. Vys. Šk. zeměd. Konf. Cizorodé látky v zemědělství, Brno, 1989, s. 18-23.
- ILLIN, V. B. — STĚPANOVA, M. D.: Zaščitnyje vozmožnosti sistěmy počva-rastě-nije pri zagrazněni počvy tjažolyimi metallami. In: Sbor. Tjažolyje metally v okružajuščeji sredě, Nakl. mosk. Univ., 1980, s. 80-85.
- LAGERWERF, J. V. — SPECHT, A. W.: Contamination of roadside soil and vegetation with cadmium, nickel, lead and zinc. *Envir. Sci. Techn.*, 4, 1970, č. 7.
- RICHTER, R.: Způsob zemědělského obhospodařování půdy ovlivněné imisemi toxických kovů. In: Syll. Předn. Škol. Ovlivnění zemědělského půdního fondu toxickými imisemi a možnostmi ochrany, Ostrava, 1983, 26 s.
- RICHTER, R. — DVOŘÁK, M.: Teoretické základy výživy rostlin. Brno, VŠZ 1982, 100 s.
- RICHTER, R. — HLUŠEK, J.: Půdní zlepšovače a jejich vliv na obsah některých těžkých kovů u brambor. 1992. (v tisku).
- VOSTAL, J. — PENK, J.: Hnojení, kvalita produkce a životní prostředí. Praha, MZVŽ ČSR 1989, 151 s.

Došlo 17. 10. 1990

J. HLUŠEK, R. RICHTER (University of Agriculture, Brno):
Concentration of macronutrients in potato growing in soil contaminated with some heavy metals when soil improvers were applied.
Rostl. Vyr., 38, 1992 (1) : 97-106.

The results of a pot trial in which N, P, K, Ca, Mg contents were studied in potato foliage and tubers of potatoes growing in the soil contaminated with increasing rates of Zn, Pb and Cd following the application of soil improvers (ionex, humate, bentonite), are presented in the paper.

Evaluating the results of potato foliage chemical analysis, there is some evidence that increasing heavy metal rates in the soil affect significantly nitrogen contents in potato foliage (Fig. 1). A level of 2.21 % N was found in DM foliage at the lowest level of heavy metals. Increasing Zn, Pb and Cd concentrations caused a demonstrable nitrogen content reduction in DM potato foliage except the variant 4 when a slight increase in N concentration appeared at 2600 mg of Zn, 54.4 mg of Pb and 1.06 mg of mg of Cd per kg of earth in comparison with the first level, the difference being insignificant, however. The soil improvers used showed no significant effect; it only may be stated that N content in foliage was slightly reduced when humate was applied and that bentonite induced its slight increase.

It follows from Fig. 2 that increasing heavy metal rates under study affected phosphorous concentration in potato foliage in the same way as in N contents. This means that they significantly suppressed P concentrations, the most efficient being the variant 2, in this respect. The variant 4 was an exception, in which P concentration exhibited no change compared with the variant 1. When soil improvers were applied, this had no significant effect on the changes in phosphorus concentration in potato foliage.

Fig. 3 shows an influence of increasing heavy metal content on potassium content in potato foliage. The foliage contained 0.96 % K in DM at the lowest level of heavy metals. In the second variant, K content significantly increased, in variants 3 and 4, this dropped below the value of the variant 1, the difference not being significant, however. The highest heavy metal contents in the soil induced a sharp rise in K content with the significant difference when compared with all the other variants. Potatoes cultivated in the soil when soil improvers were applied, this resulted in a slight decrease in K content in the foliage but no statistically demonstrable deviations were presented.

The changes in Ca contents of potato foliage, which occurred as a consequence to the effects of increasing heavy metal rates are demonstrated in Fig. 4. It follows from the comparison of different confidential intervals that with the increasing heavy metal rate up to 1040 mg, 38.2 mg and 0.84 mg of Zn, Pb and Cd, resp. per kg of earth, Co concentration in potato foliage was not affected significantly. Ca content increased markedly only in the variants 4 and 5. Of all soil im-

provers applied (Fig. 5), the bentonite effect was demonstrated strikingly by suppressing Ca content in the foliage.

Mg content in potato foliage was significantly affected only by heavy metal levels 4 and 5 (Fig. 6). It was interesting that an intense rise appeared at the level 4 and 5 — on the contrary — a significant drop in Mg concentration was induced when compared with the levels 1—3. Compared with the control, the differences in the effects of soil improvers on Mg content in potato foliage were minimum and thus insignificant.

The results obtained from chemical analysis of potato tubers showed that the effects of increasing heavy metal amounts were manifested in their chemical composition in different way than that in above-ground biomass. N content (Fig. 7) was highly affected only by the highest level when the drop from 2.18 % to 1.68 % N in DM was statistically significant. A slight decrease in tuber N content can be found after application of soil improvers though no influence was statistically recorded.

Phosphorus content (Fig. 8) was affected by different amounts of heavy metals irregularly. So in the foliage, as P content dropped heavily at the level 2 of heavy metals, at the level 3 and 4, the differences were insignificant, and this dropped again significantly at the highest amount of heavy metals. Differences in the effect of soil improvers were statistically insignificant.

Considerable differences in potassium content were found in potato tubers at the level 2 (significant increase) and at the level 3 (significant decrease). The soil improvers exhibited no effect on K amount in the potato tubers.

One of the elements which displayed notable response to the increasing amounts of heavy metals, was calcium (Fig. 10). Ca amount in the tubers fell with increasing heavy metal contents in soil, the most pronounced drop being found at medium amount (to half of a content in comparison with the variant 1). The influence of soil improvers was also more pronounced in Ca content in tubers than of other nutrients (Fig. 11). The decrease in Ca content was compared with the control in the effect of bentonite which was even statistically significant.

It follows from Fig. 12 that magnesium is one of nutrients whose uptake is affected significantly by higher heavy metal concentrations in soil. The effect in question is depressive in potato tubers when higher heavy metal content induced significant reductions in Mg contents. The largest drop of Mg content was recorded at the amount 4. When soil improvers were applied, Mg content in tubers displayed the maximum changes, statistically insignificant.

Petr Svoboda

Výzkumný a šlechtitelský ústav chmelařský, 438 46 Žatec

Byly ověřeny způsoby kultivace nodálních a internodálních částí chmelových rostlin a semen v podmínkách *in vitro*. Pro kultivaci bylo používáno médium (Murashige, Skoog, 1962) doplněné o $10 \mu\text{M.l}^{-1}$ IAA, $8 \mu\text{M.l}^{-1}$ kinetinu, $1 \mu\text{M.l}^{-1}$ GA₃ a médium obsahující MS složky s $6 \mu\text{M.l}^{-1}$ IAA. Obě média obsahovala 40 g.l^{-1} glukózy, 0,8% agar; hodnota pH byla upravena na 5,7 až 5,8. Primární kontaminace dosahovaly u semen 20,4 %, nodálních částí 39,4 % a u internodálních částí 40,2 %. Byla sledována tvorba orgánů, kořenů, stonků a kalusu, který byl dlouhodobě kultivován. Získané rostliny o délce 5 až 10 cm s vyvinutým kořenovým systémem bylo možné přesazovat do ne-sterilních podmínek a pěstovat ve skleníku po celý rok.

Aseptická kultivace rostlinných částí a orgánů *in vitro* představují perspektivní směr rozmnožování rostlin a poskytují velmi zajímavé výsledky, které často nacházejí široké uplatnění v praxi.

U chmele byla s ohledem na ozdravování od virových chorob věnována velká pozornost především kultivaci izolovaných vrcholových meristémů, resp. vypracování metod klonového množení *in vitro*. První kultivaci izolovaných meristémů použili Vine, Jones (1969) k eliminaci virů PNRV (Prunus necrotic ringspot virus) a HMV (Hop mosaic virus). Welvaert, Sany (1983) ověřili médium pro zvýšenou tvorbu stonků a jejich následné zakořeňování. Upozorňují na odrůdově rozdílné reakce při kultivaci *in vitro*. Stanovením vhodných podmínek pro kultivaci izolovaných vrcholů a klonovým množením se zabývali Popov et al. (1985). Uplatnění různých biotechnologických metod u chmele souhrnně hodnotí Gunn (1989). Tvorbu stonků z kalusu popsal Motegi (1976). O indukci tvorby kalusu odrůdy Northern Brewer a suspenzních kulturách informují Paar et al. (1984). Svoboda (1990a, b) informuje o meristémových kulturách chmele a o sledování růstu kalusové kultury chmele.

MATERIÁL A METODA

Zdrojem rostlinného materiálu byly rostliny chmele umístěné v základní školce povolených odrůd v areálu VŠÚCH v Žatci, která je součástí udržovacího šlechtění chmele. V pokusech bylo pracováno s těmito odrůdami: Osvaldův klon 72, Osvaldův klon 31, Osvaldův klon 114, Zlatan, Siřem, Universal.

Odebíraný rostlinný materiál (vrcholy, nodální a internodální části, části listů, semena) byl povrchově sterilizován 30 s v 70% etanolu, dále 10 min v 10% roztoku chlorového vápna a poté třikrát opláchnut.

nut sterilní destilovanou vodou. Části stonků byly před nanesením na živné médium upraveny na potřebnou velikost.

Semena chmele byla povrchově sterilizována 30 min v 10% roztoku chlorového vápna, třikrát opláchnuta sterilní destilovanou vodou a nanesena do 100ml Erlenmayerových baněk s 25 ml média (Murashige, Skoog, 1962) bez růstových stimulatorů, zpevněného 0,8% agarem, a do sterilních Petriho misek se sterilním filtračním papírem zalepených Parafilmem. Semena byla vlhčena sterilní destilovanou vodou ve sterilním boxu.

Živná média obsahovala makro- a mikroprvky a vitamíny (Murashige, Skoog, 1962), 100 mg.l⁻¹ inositolu, 40 g.l⁻¹ glukózy, byla zpevněna 0,8% agarem a hodnota pH před sterilizací v autoklávu (100 KPa, 15 min, 121 °C) upravena na 5,7. Kultivace probíhala v kultivační místnosti při 16h fotoperiodě, teplotě 25 ± 2 °C a intenzitě osvětlení 2500 lx.

Živné médium označené číslem 1 obsahovalo 10 μM.l⁻¹ IAA, 8 μM.l⁻¹ kinetinu, 1 μM.l⁻¹ GA₃ a médium pro zakořeňování obsahovalo složky MS média a 6 μM.l⁻¹ IAA. Tetracyklin k potlačení kontaminací byl přidáván sterilně po autoklávování v množství 50 mg.l⁻¹ média.

Kultury byly obvykle po čtyřech týdnech kontrolovány a životaschopné explantáty byly pasážovány do 100ml Erlenmayerových baněk s 25 ml média. Následná hodnocení se uskutečnila ve čtyř- až pětitédenních intervalech.

Získané rostliny po dosažení délky stonku 5 až 10 cm s vyvinutým kořenovým systémem s délkou kořenů 2 až 4 cm, byly převáděny do nesterilních podmínek. Byly přesazovány do perlitu nebo propařeného zahradnického substrátu v květináčcích o průměru 8 cm nebo rašelinových květináčcích Jiffy 7×7 cm a pro udržení vysoké vzdušné vlhkosti byly umístěny do fóliového krytu s automatickým mlžením. U rostlinek byly před přesazením odstraněny pod proudem vody zbytky živného média a pomocí skalpelu také kalus, pokud se vyskytoval na bázi stonku.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Založení kultury *in vitro*

Sterilní převod zvoleného explantátu rostlinného materiálu do aseptických podmínek je základním článkem kultivace *in vitro*. Pokusy probíhaly s částmi listových čepelí, řapíků, nodálními a internodálními částmi stonků a semeny. Primární kontaminace, způsobené nedokonalou sterilizací materiálu či technikou odběru, byly závislé zejména na druhu rostlinného materiálu (tab. I).

Vysoký počet kontaminací je dán zejména anatomickou stavbou rostlinného materiálu. Drsný a členitý povrch stonků neumožňuje dokonalý přístup sterilizačního činidla. V průběhu roku se počet kontaminací od počátku roku plynule zvyšoval. Časté byly kontaminace po pasáži explantátů na nové čerstvé médium. Vytvářel se většinou mléčný zákal, později byla část explantátu ponořeného do média obklopena bělavým slizem, zastavil se růst explantátu a následovalo jeho odumření. Při

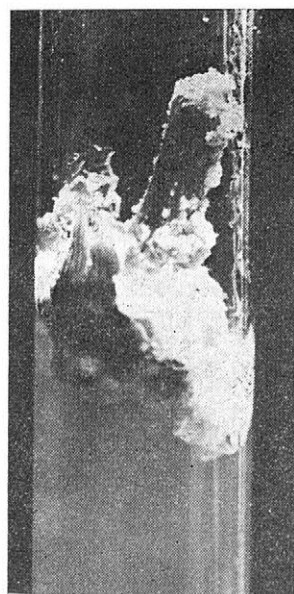
Druh materiálu ¹	Počet částí ⁵	Počet kontaminací ⁶	Procento kontaminací ⁷
Nodální části ²	246	97	39,4
Internodální části ³	112	45	40,2
Semena ⁴	250	51	20,4

¹kind of material, ²nodal parts, ³internodal parts, ⁴seeds, ⁵number of parts, ⁶number of contaminations, ⁷percentage of contaminations

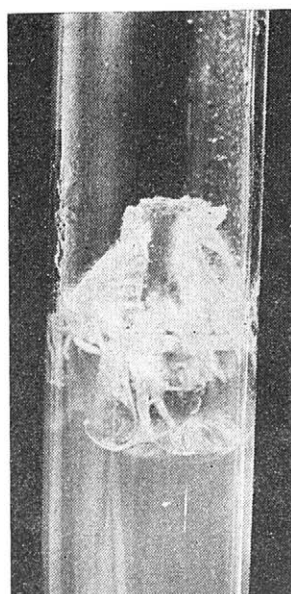
mikrobiologické kontrole bylo zjištěno, že jde o řetízky grammpozitivních diplokoků. Při pokusech pasážovat kontaminované explantáty na médium obsahující tetracyklin o koncentraci 50 mg.l⁻¹ docházelo k výraznému zeslabení kontaminací, ale nikoli úplné eliminaci.

Kultivace částí rostlin chmele *in vitro*

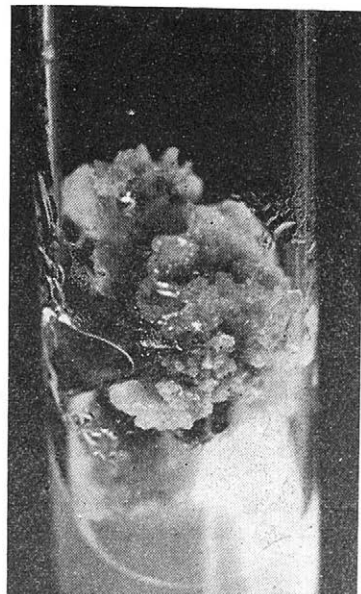
Byla ověřována možnost množení chmele *in vitro* a schopnost tvorby orgánů z částí odebraných z rostlin na chmelnici. Byl sledován růst nodálních částí a internodií nanesených na médium MS s 1 mg.l⁻¹



1. Zduření a tvorba kalusu v nodální části stonku na MS médiu s 6 μM.l⁻¹ IAA — Callus swelling and formation in the nodal part of stalk on the MS medium with 6 μM per l of IAA



2. Tvorba kořenů v internodální části stonku na MS médiu s 6 μM.l⁻¹ IAA — Root formation in the internodal part of stalk on the MS medium containing 6 μM per l of IAA



3. Tvorba kalusu z části listu na médiu 1 — Callus forming from the part of leaf on the medium 1

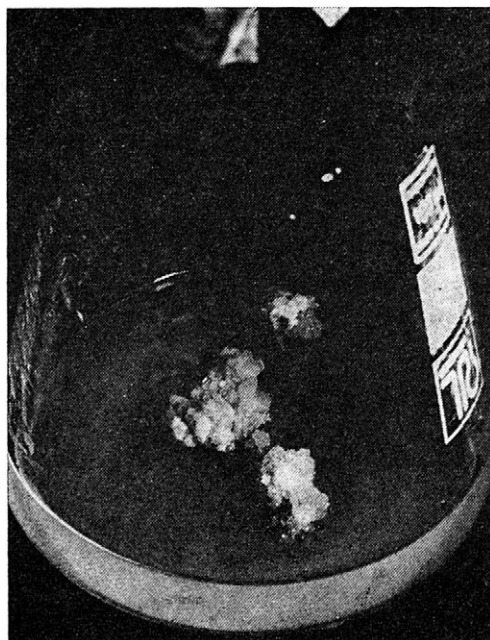
IAA. Kultivace byly prováděny velmi silnými kontaminacemi, které s průběhem vegetace neustále narůstaly. Nepodařilo se je odstranit ani prodloužením působení sterilizačního roztoku na 30 min s přidáním detergentu 7X-O-Matic od anglické firmy Laboratories Ltd. v koncentraci 10 ml. l⁻¹ sterilizačního roztoku.

U nodálních částí docházelo velice často pouze k jejich zduření a tvorbě kalusu (obr. 1). Týden po nanesení se začaly tvořit kořeny, zejména v blízkosti nodu a prorůstaly postranní pupeny v malé stonky. Kultivace internodálních částí byla doprovázena značným odumíráním nanesených částí a tvorbou světlého kalusu na řezné ploše nad médiem. Vlivem exogenně podávaných auxinů docházelo k silné tvorbě kořenů, která byla lokalizována především na hrany stonku (obr. 2). Nové pupeny či nové funkční orgány se nevytvořily.

Výsledky ukazují, že lze získat rostliny množením z nodálních částí chmelových rostlin, ale efektivnost vlivem vysokých kontaminací a odumírání nanesených částí je značně malá. Potenciální schopnost tvorby kořenů u chmele i u velmi mladých a malých nodálních částí zelených stonků je značná a indukce jejich tvorby je otázkou vytvoření vhodných kultivačních podmínek. Získané poznatky byly využity při vypracování metod klonového množení chmele *in vitro*. (Svoboda, 1991).

Kalusová kultura

Tvorba kalusu byla u explantátu chmele poměrně velmi častá. Při kultivaci na médiu 1 docházelo k silnější tvorbě rozpadavého, méně kompaktního kalusu o velikosti 0,5 až 1,5 cm, který byl zpočátku světle hnědý, ale postupně se stával tmavší, nekrotizoval až došlo k jeho úplnému odumření. Pasážování kalusů s vytvářenými stonky a listy bylo



4. Tvorba kalusu z části kořene na médiu 1 — Callus forming from the part of root on the medium 1

při pasážích na čerstvé médium či média jiného složení provázeno silnými kontaminacemi.

Kultivace sterilizovaných nodálních a internodálních částí odebraných z rostlin z chmelnice byla provázena tvorbou světlého kalusu, který se u internodálních částí tvořil na řezné ploše nad médiem. Byla zaznamenána tvorba světle žlutohnědého kalusu při kultivaci části listu (obr. 3), avšak nepodařilo se udržet tento kalus v další kultivaci.

Při odebírání vytvořených kalusů a jejich další kultivací bylo nejintenzivnějšího růstu dosaženo na médiu 1. Kalusy většinou pokračovaly v růstu po pasáži na čerstvé médium stejného složení, na kterých byly kultivovány, při pasáži na jiná média došlo většinou k zastavení nebo zpomalení růstu, pouze na médiu 1 docházelo většinou k dalšímu výraznému růstu. Také při snížení intenzity osvětlení asi o 50 % docházelo u kultivovaných kalusů žlutě rostoucích k tvorbě nového rozpadavého kalusu výrazně světlejší barvy. Při kultivaci 1 cm dlouhých částí kořene vytvořeného z rostlinek *in vitro* odrůdy Osvaldův klon 72 na médiu 1 nastala tvorba světle žlutého kompaktního kalusu (obr. 4). Celkově explantáty chmele citlivě reagují na hladinu auxinů v živném médiu, což potvrzují výsledky dřívějších prací.

Kultivace semen chmele *in vitro*

Byla ověřována možnost získání chmele ze semen povrchově sterilizovaných, umístěných na MS živném médiu bez růstových regulátorů na sterilních Petriho miskách s vlhčeným filtračním papírem. Semena na médiu během dvou dnů zduřela a současně se projevil kontaminace, které dosáhly až 20 %. Později došlo k růstu kořene a klíčku, stonku a děložních lístků, ale až 50 % semen zůstalo zduřelých a nevyklíčilo. Část vytvořených rostlinek byla bledá a postupně se zpomaloval jejich růst. Sterilní a neošetřená semena v Petriho miskách na filtračním papíře během dvou dnů zduřela a současně se objevovaly první klíčky, přičemž klíčilo 95 % semen. Růst kořínků, stonků a lístků byl ve srovnání se semeny na médiu rychlejší. K viditelnému projevu kontaminací u sterilizovaných semen na filtračním papíru nedošlo. Z uvedených výsledků vyplývá, že lze získávat sterilní rostlinky chmele pro další práce v podmínkách *in vitro*, ale je nutné pracovat vzhledem k uvedeným kontaminacím s větším počtem semen.

Uvedené výsledky celkově dokumentují možnosti převodu různých částí chmelových rostlin do podmínek *in vitro*. Tyto výsledky a získané zkušenosti budou využity v ozdravovacím procesu chmele a při širším uplatnění biotechnologických metod u chmele.

Poděkování

Děkuji za technickou spolupráci a asistenci I. Malířové a J. Krobové.

Literatura

- GUNN, R. E.: The application of biotechnology to hops. Eur. Brew. Conv. Monogr. XV Symp. Pl. Biochemistry, 1989, s. 56-69.
MOTEGI, T.: Induction of redifferentiated plant from hop leaf callus culture. Proc. Crop Sci. Soc. Jap., 45, 1976, č. 1, s. 175-176.

- MURASHIGE, T. — SKOOG, F.: A revised medium for growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant*, 15, 1962, s. 473-497.
- PARR, J. — ADRIAN, J. — SMITH, R. J. — ROBINS-RHODES, J. C.: Apparent free space and cell volume estimation: A non-destructive method for assessing the growth membrane integrity (viability of immobilised plant cells). *Pl. Cell Rep.*, 1984, č. 3, s. 161-164.
- POPOV, V. I. — VYSOTSKII, V. A. — TUKTAGALOV, I. M.: Conditions of cultivation of isolated hop apices for clonal micropropagation. *Sov. Pl. Physiol.*, 32, 1985, č. 6, s. 1191-1195.
- SANYM — WELVAERT: Production a nuclear stock of virusfree hop plants. *Med. Fac. Landb.-Wet. Rijksuniv. Gent*, 48, 1983, č. 3.
- SVOBODA, P.: Kalusová kultura chmele (*Humulus lupulus* L.). *České Budějovice, Bioprogress* 1990a, s. 36-42.
- SVOBODA, P.: Meristémové kultury chmele (*Humulus lupulus* L.). In: Sbor. Manipulace *in vitro* u vyšších rostlin, Olomouc, 13.—16. 11. 1990b, s. 138.
- SVOBODA, P.: Klonové množení chmele *in vitro*. *Rostl. Výr.*, 37, 1991, č. 8, s. 643-648.
- VINE, S. J. — JONES, O. P.: The culture shoot tips of hop (*Humulus lupulus* L.) to eliminate viruses. *J. hort. Sci.*, 44, 1969, s. 281-284.

Došlo 10. 4. 1991

P. SVOBODA (Hop Research and Breeding Institute, Žatec):

Hop explantate cultures.

Rostl. Výr., 38, 1992 (1) : 107-112.

Methods of cultivation of nodal and internodal parts of hop plants and seeds were tested in conditions *in vitro*. A medium (Murashige, Skoog, 1962) supplemented with 10 μ M per l of IAA, 8 μ M per l of kinetin, 1 μ M per l of GA₃ and the medium containing MS components with 6 μ M per l of IAA were used for cultivation. Both media contained 40 g per l of glucose, 0.8% agar; pH value was 5.7 to 5.8. Primary contamination in seeds reached 20.4%, in nodal parts this was 39.4% and 40.2% in internodal parts. The formation of organs, roots, stalks and callus (cultivated for long period) was studied. The plants obtained of a length of 5—10 cm with developed root system could be replanted into non-sterile conditions and cultivated in the glasshouse for the whole year.

Zapletalová I.: Variability and correlation of seed traits in white clover varieties	57
Jamříška P.: Response of some lucerne varieties to the way of stand establishment	63
Hrušková H.: Internal injury to seed and seed germination in lucerne	73
Kvítek T.: Variability of exchangeable reaction under permanent grasslands	81
Truksa J.: The response of maize hybrids to precipitation in and out the growing season at different stand densities	89
Hlušek J., Richter R.: Concentration of macronutrients in potato growing in soil contaminated with some heavy metals when soil improvers were applied	97
Svoboda P.: Hop explantate cultures	107

Rukopisy odevzdány k tisku 8. 10. 1991, podepsáno k tisku 20. 2. 1992