

VĚDECKÝ ČASOPIS



ROSTLINNÁ VÝROBA

ORGANICKÁ HNOJIVA



4

ROČNÍK 29 (LVI)
PRAHA
DUBEN 1983
CENA 18 Kčs
ROVYAM 29 (4)
337-448
CS ISSN 0035-8371

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Řídí redakční rada

Prof. ing. František Hron, DrSc. (předseda), ing. Jiří Apltaufer, CSc., ing. Ivo Bareš, CSc., doc. ing. Mikuláš Derco, DrSc., dr. ing. Zbyněk Facek, CSc., ing. Jozef Habovštiak, CSc., ing. Josef Hlaváček, CSc., prof. dr. ing. Ladislav Hruška, DrSc., ing. Josef Kopřiva, CSc., prof. ing. Anton Kováčik, DrSc., ing. Jaroslav Lekeš, DrSc., ing. František Mráz, CSc., doc. ing. Jaroslav Prugar, CSc., prof. ing. Václav Rybáček, CSc., doc. ing. Vladimír Segefa, CSc., ing. Luboš Schmid, CSc., ing. Josef Slepíčka, CSc., ing. Miron Suškevič, CSc., doc. ing. Ján Švihra, CSc., ing. Juraj Uhliar, CSc., doc. ing. František Vlček, CSc., ing. Jaroslav Voškeruša, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá prof. ing. František Hron, DrSc.
Redaktorka ing. Marie Michálková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1983

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

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

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

Již od nepaměti je organické hnojení v čs. výrobních podmínkách základním hnojařským a zúrodňovacím opatřením. Kromě posklizňových zbytků, kořenové hmoty a exudátů jsou organická hnojiva hlavním dodavatelem organické hmoty do půdy. V dnešní produkci stájových hnojiv, v zaorané slámě (z každoroční sklizně v množství ca 5 %) a v zeleném hnojení se dodá na 1 hektar orné půdy 1,23 t organických látek. Na celkovém přísunu účinných NPK-živin v hnojivech do rostlinné výroby se organické hnojení podílí 25 % (N 26 kg + P 6 kg + K 31 kg . ha⁻¹ orné půdy).

Pro organické hnojení se v ČSSR využívají statková hnojiva (hnůj, močůvka, kejda, sláma, zelené hnojení) z 97 % celkového objemu a ze 3 % průmyslové komposty. Množství kejdy činí zhruba 20 % z produkce hnoje a močůvky.

Současný stav výroby a využití statkových hnojiv ze stelivových a bezstelivových provozů je však jako celek neuspokojivý a nesplňuje, až na výjimky, požadavky soustavy hospodaření na půdě a ochrany prostředí pro specializaci a koncentraci zemědělské výroby. Např. výše uvedený přísun organických látek ve statkových hnojivech do půdy kryje normativní potřebu 1,75 t . ha⁻¹ na ornou půdu organických látek jen ze 70 %, tedy s 30% bilančním schodkem.

Hlavním důvodem je nekvalitní výroba hnoje, močůvky a kejdy, nedostatečná a funkčně nevyhovující hnojiště, jímky a nádrže a chybějící výkonná manipulační a aplikační technika. Nelze také až na několik případů hovořit o systému organického hnojení.

S cílem zlepšit tento neutěšený stav byly výzkumem zemědělské praxi předány metodiky se zásadami pro vypracování komplexní technologie organického hnojení s návrhem účinných opatření. Za jeden z nejdůležitějších podkladů lze považovat „Program optimalizace organického hnojení do roku 1990“ v zájmovém území okresu, včetně metodického pokynu pro vypracování tohoto programu a příslušných projektů organického hnojení.

Přesto však zlepšující se proces na úseku organického hnojení postupuje velmi pomalu, i když významná hnojivá účinnost statkových hnojiv je zemědělské praxi známa již po staletí. Byla prokázána experimentálně a stále se na výzkumných pracovištích v různých výrobních podmínkách prověřuje.

Tuto skutečnost potvrdila v červnu 1982 dvě vědecká sympozia s mezinárodní účastí k problematice organického hnojení v NDR. Při stručném, výstižném zhodnocení námi získaných poznatků, lze uvést, že všechny zúčastněné státy usilují o zvýšení účinnosti organických hnojiv. Především proto, že bez systematického a hlavně kvalitního organického hnojení, včetně zvýšeného podílu víceletých pícnin v osevním postupu, vápnění a důkladné agrotechniky, nelze očekávat potřebný růst rostlinné výroby a nelze odstranit již prokázanou stagnaci účinnosti někde až neúměrně vysokých dávek průmyslových hnojiv.

V osevních postupech se v různých půdně-klimatických podmínkách prověřuje účinnost všech dostupných forem statkových hnojiv (hnůj, močůvka, kejda, sláma, zelené hnojení, kompost), mezi kterými hraje hnůj hlavní roli, především jako standardní varianta pro porovnání s dalšími druhy statkových hnojiv nebo jejich kombinací.

A do tohoto mezinárodního prověřování účinnosti organických hnojiv chce svými nejnovějšími výsledky a poznatky přispět i toto monotematické číslo vědeckého časopisu Rostlinná výroba, při současném úkolu mobilizovat zájem zemědělské praxe o vlastní prostředek, jehož kvalita a účelné využití je ve většině výrobních podmínek ČSSR limitujícím činitelem produktivnosti půdy.

Do monotematického čísla je zahrnuto co nejvíce ústavů rostlinné výroby, které sledují účinnost statkových hnojiv, a je v něm publikováno 12 příspěvků. První dva jsou zaměřeny na půdu a to na obsah humusu a jeho kvalitu (1) a na změny půdního dusíku (2). Navazuje problém bilance potřeby a úhrady organických látek v půdě (3) a výsledky ze tří stacionárních pokusů s dlouhodobým 25letým hodnocením účinnosti hnoje a slámy v řepářském osevním postupu na degradované černozemi (4), hnoje a slámy v osevním postupu na bramborářské hnědé půdě (5) a hnoje v řepářském osevním postupu na hnědozemi (6).

Do druhé části monotematického čísla jsou zařazeny speciální problémové okruhy jednotlivých ústavů. Je to dlouhodobá minimalizace zpracování půdy při úklidu, hnojení a pálení slámy (7), vliv hnoje, kejdy skotu, samotné i se slámou na výnos a výtěžnost konzumních brambor (8), vliv hnojení dusíkem, fosforem a slámou a jejich vzájemných interakcí na výnos a jakost cukrovky (9) a vliv hnoje a průmyslových hnojiv na výnos chmele (10).

Přehled uveřejněných prací uzavírá účinnost každoročního hnojení kejdou prasat v osevním postupu v různých půdně-klimatických podmínkách (11) a výroba průmyslového kompostu Vitahum z hnojivých odpadů, včetně tuhého domovního odpadu a jeho kvalita (12).

Ing. Milan Š k a r d a, CSc.,
Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně

ZMĚNY PŮDNÍHO DUSÍKU VLIVEM DLOUHODOBÉHO ORGANICKÉHO A ORGANICKO-MINERÁLNÍHO HNOJENÍ

R. Apfelthaler

APFELTHALER, R. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Změny půdního dusíku vlivem dlouhodobého organického a organicko-minerálního hnojení*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 339-344.

Po 21letém hnojení hnojem ($21 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), kompostem ($21 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), kejdou se slámou ($40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), samostatně nebo s NPK ($130 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$) na hlinitojílovité hnědozemí v pokusu se střídáním cukrovky a pšenice bylo dosaženo nejvyššího obohacení půdního dusíku hnojem + NPK a kejdou + slámou + NPK. Efektivita dodaného dusíku (přírůstek $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$: dávka $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) v převodu dusíku do půdní zásoby klesala v řadě: hnůj (5,2), hnůj + NPK (2,9), NPK (2,5), kompost + NPK, kejda + sláma + NPK (1,9), kompost (1,7), kejda + sláma (-2,1). Hnojení kejdou + slámou (bez NPK) vedlo k zesílené mineralizaci půdní organické hmoty. Množství dusíku ve frakcích podle Bremnera bylo závislé na způsobu obdělávání půdy (cukrovka — pšenice). Rostlinné zbytky pšenice přispěly k vyrovnaní poměru mezi hydrolyzovatelným a nehydrolyzovatelným dusíkem při různém hnojení a k těsné korelaci $N_{\text{hydro}} \cdot N_{\text{t}}^{-1}$.

frakce N; imobilizace; dusík hydrolyzovatelný; dusík nehydrolyzovatelný

Výsledkem mikrobiálních přeměn dusíku v půdě je v dlouhodobé dynamice ustavení rovnovážného stavu mezi aktivní a pasívní zásobou dusíkatých látek v půdě. Význam imobilizovaného dusíku je v důsledku postupné remineralizace pro výživu rostlin závažný. Výrazné narušení rovnováhy (např. zúrodnění panenské půdy) má za následek výrazné snížení obsahu jak hydrolyzovatelných, tak nehydrolyzovatelných forem dusíku (Keeney, Bremner, 1964; Donos, 1978). Hnojením jsou rovněž ovlivněny všechny frakce půdního dusíku, přičemž k největším změnám dochází ve frakci hydrolyzou uvolněného dusíku alfaaminokyselin. Zastoupení jednotlivých frakcí v hydrolyzovatelném podílu je poměrně stále (Spitzl, Garz, 1974; Vostal, 1980). Změny absolutních hodnot jsou v úzké korelaci se změnami obsahu celkového dusíku. Wildfluš et al. (1975) našli pozitivní ovlivnění obsahu nehydrolyzovatelných forem dusíku po organickém i minerálním hnojení, zatímco Bobrickaja, Bojko (1977), Knop et al. (1977) nezjistili vliv formy ani dávky hnojiv na poměr mezi hydrolyzovatelným a nehydrolyzovatelným dusíkem.

MATERIÁL A METODY

Půdní vzorky byly odebrány z parcel dlouhodobého výživářského pokusu, založeného v roce 1955 (Škarda, 1961) a modifikovaného modelovým osevním postupem cukrovka — pšenice v roce 1965 (Škarda, 1971) na neutrální hlinitojílo-

vité hnědozemí v Ruzyni [$C_{ox} = 1,29 \%$, $N_t = 0,12 \%$, $pH(KCl) = 7,0$, $66 \text{ mg. kg}^{-1} \text{ P}$, $188 \text{ mg. kg}^{-1} \text{ K}$]. Při stanovení dávek organických hnojiv se vycházelo z množství organické hmoty obsažené ve 30 t. ha^{-1} čerstvé chlévské mrvy v jedné rotaci osevního postupu cukrovka — pšenice. V důsledku rozdílné výše ztrát živin během skladování a zrání různých forem organických hnojiv (kejda skotu, hnůj, kompost z mrvy a zeminy, sláma) byly použité dávky dusíku ($\text{kg. ha}^{-1} \text{. rok}^{-1}$) rozdílné: (1) NPK — 130, (2) hnůj — 59, (3) hnůj + NPK — 189, (4) kompost — 47,5, (5) kompost + NPK — 177,5, (6) kejda + sláma — 83, (7) kejda + sláma + NPK — 213. Dávka hnoje a kompostu činila 21 t. ha^{-1} , dávka kejdy 40 t. ha^{-1} , dávka slámy byla ve výši sklizně.

Obsah celkového dusíku byl stanoven podle Kjeldahla, obsah amoniakálního, hexosoaminového a alfaaminodusíku byl stanoven v kyselém hydrolyzátu $c(HCl) = 6 \text{ mol. l}^{-1}$ podle Bremnera (1965).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Základním kritériem pro obohacení půdy dusíkem je množství dodaného dusíku. Po 21 letech hnojení byly regresní analýzou zjištěny tyto vztahy mezi obsahem N_t v půdě (mg. 100 g^{-1}) a dávkou dusíku v jednotlivých hnojivech. Na honu s cukrovkou: $y = 0,097 x + 127,8$; $r = 0,67$, na honu s pšenicí: $y = 0,065 x + 130,7$; $r = 0,48$.

Vzhledem k celkové půdní zásobě dusíku je tendence, vyjádřená rovnicemi, jen mírná. Do jaké míry se druh hnojení specificky uplatňuje na retenci dusíku v půdě jsme se pokusili vyjádřit vypočtením rozdílu mezi skutečným obsahem dusíku a hodnotou vypočtenou z uvedených regresních závislostí pro jednotlivé dávky dusíku. Z takto získaných diferencí (mg. 100 g^{-1}) bylo zřejmé, že na honu s cukrovkou se nejvýhodněji (vzhledem k dodanému množství dusíku) projevilo hnojení hnojem (+ $5,8 \text{ mg. 100 g}^{-1} \text{ N}$, tj. 174 kg. ha^{-1}), dále kompostem (+ $6,0$ tj., 180 kg. ha^{-1}) a kompostem + NPK (+ $3,4$, tj. 102 kg. ha^{-1}). Výrazný deficit oproti očekávané hladině byl zaznamenán po hnojení kejdou skotu se slámou (— $14,7$, tj. — 441 kg. ha^{-1}). Minerální přihnojení v této variantě (kejda + sláma + NPK), kompenzovalo zvýšené ztráty dusíku půdního, vyvolané zesílením mikrobiální činnosti v půdě po přidávku nestabilizovaných organických látek s úzkým poměrem C : N (+ $2,6 \text{ mg. 100 g}^{-1}$).

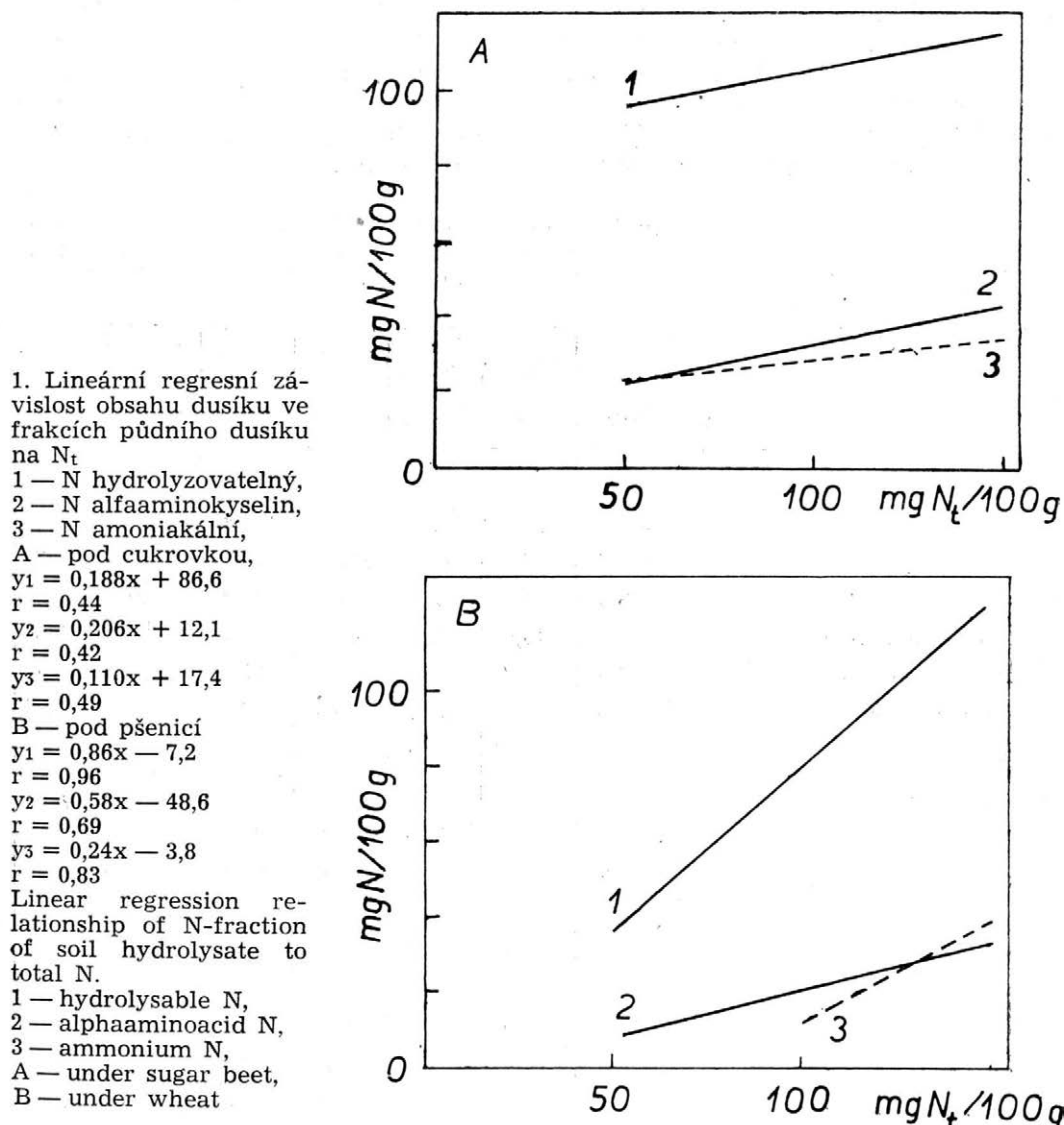
Odlišné požadavky cukrovky a pšenice na výživu dusíkem na jedné straně a různé množství organických látek ponechaných v půdě ve formě rostlinných zbytků se projevily i ve změnách stabilizace dusíku do půdní zásoby. Hnojení hnojem vykazovalo stejný, příp. vyšší pozitivní účinek (hnůj: $6,6 \text{ mg. 100 g}^{-1}$, tj. 198 kg. ha^{-1} ; hnůj + NPK: + $11,7$, tj. 351 kg. ha^{-1}), zatímco po hnojení kompostem, který k výživě pšenice přístupným dusíkem přispívá ve velmi omezené míře, došlo k nižšímu přírůstku N_t , než udala trendová analýza (kompost: — $0,5$, tj. — 150 kg. ha^{-1} ; kompost + NPK: — $5,9$, tj. — 177 kg. ha^{-1}).

V absolutním hodnocení, ve srovnání s nehnojenou variantou, bylo v průměru obou honů dosaženo této účinnosti převodu dusíku hnojiv do půdní zásoby v orniční vrstvě [přírůstek (kg. ha^{-1}) obsahu dusíku: dávka dusíku, ($\text{kg. ha}^{-1} \text{. rok}^{-1}$)]:

(1) hnůj	5,2	(5) kejda + sláma + NPK	1,9
(2) hnůj + NPK	2,9	(6) kompost	1,7
(3) NPK	2,5	(7) kejda + sláma	—2,1
(4) kompost + NPK	1,9		

V pokusech s použitím izotopicky značeného dusíku (Apfelthaler, 1975) bylo zjištěno, že dusík tekutého podílu kejdy za přítomnosti slámy podléhá vysokým ztrátám denitrifikací a nemůže se tedy uplatnit pozitivně v bilanci půdního dusíku. K tomu přistupuje stimulace rozkladu půdní organické hmoty, vyvolané úzkým poměrem C:N v kejdě, a vysoký stupeň mineralizace organických látek v kejdě (Franz, 1961; Rauhe, Trenner, 1970). Přihnojením NPK se situace zlepšuje, ale celková účinnost použité dávky je nižší než při samotném hnojení NPK. Nejvhodnější podmínky pro stabilizaci dodaného dusíku byly spojeny s hnojením hnojem.

K bližší charakteristice půdního dusíku jsme použili frakcionace podle Bremnera (1965). Zajímalo nás, zda dlouhodobé hnojení resp. přívod organických látek v různém stupni stability se projeví v rozdělení dusíku do blíže definovaných frakcí. Celkové množství hydrolyzovatelného dusíku bylo v těsné korelaci s obsahem celkového



dusíku na honu s pšenicí ($y = 0,86 x - 7,2$; $r = 0,96^{++}$, obr. 1), volnější vztah platil pro půdní vzorky získané po přímém organickém hnojení tj. pod cukrovkou ($y = 0,188 x + 86,7$; $r = 0,44$). Průměrné zastoupení hydrolyzovatelného dusíku dosáhlo 81 % celkového dusíku. V roce přímého působení bylo ve variantě hnojené hnojem množství hydrolyzovatelných forem nižší než v roce následného působení. Podíl alfaaminodusíku dosáhl pod cukrovkou 32 až 44 % N_h , pod pšenicí byla tato hladina nižší (20 až 41 %). Zřetelné obohacení touto frakcí bylo zaznamenáno v obou honech po hnojení NPK, hnůj, kompost + NPK. Nižší hodnoty, než poskytla regresní analýza, byly zjištěny ve variantě hnojené kejdou a slámou.

Nízkou koncentrační závislostí se vyznačovala frakce amonného dusíku (obr. 1), což indikuje jednak omezenou účast na biologických přeměnách toho podílu, který je sorbován na minerální složky půdy, jednak úzkou souvislost mineralizace a imobilizace (volný amonný dusík a amonifikovatelný dusík organických sloučenin). Jeho množství se pohybovalo v rozmezí 26 až 32 % N_h . Frakcí s nejvyšší relativní variabilitou byla frakce dusíku hexosoaminů (6 až 12 % N_h), nezávislá na obsahu N_t . V půdách pod pšenicí bylo nalezeno podstatně vyšší zastoupení tzv. neurčených forem hydrolyzovatelného dusíku než pod cukrovkou (35,1 resp. 25,8 % průměrně). Zvýšený obsah této frakce byl zaznamenán po hnojení kejdou a slámou na honu B.

I. Vliv organicko-minerálního hnojení na obsah celkového dusíku a na množství N-frakcí půdního hydrolyzátu ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) — The effect of organic and mineral fertilization on the N_t content in the soil and soil hydrolyzate fractions ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)

Hnojení	org. min.	— NPK	Hnůj —	Hnůj NPK	Kom- post —	Kom- post NPK	Kejda sláma —	Kejda sláma NPK
Hon A — cukrovka								
N_t		140,0	139,3	143,7	138,4	148,4	121,2	151,1
$N_{\text{hydrolyzovatelný}}$		119,5	107,4	112,7	116,2	114,7	108,5	113,7
N- amonný		33,3	31,7	32,9	31,4	32,9	31,6	27,9
N- a-aminokyselinný		44,1	43,9	41,0	44,2	35,1	32,5	43,6
N- hexosaminový		8,8	8,7	11,0	10,3	11,4	9,9	10,2
N- neurčený		33,3	23,1	27,8	30,3	35,3	34,5	22,0
$N_{\text{hydr.}} : N_{\text{nehydr.}}$		5,8	3,4	3,6	5,2	3,4	8,5	3,0
Hon B — pšenice								
N_t		143,7	143,1	154,7	128,8	136,3	129,1	138,1
$N_{\text{hydrolyzovatelný}}$		114,7	121,2	125,3	102,9	109,1	103,9	111,8
N- amonný		32,9	30,4	32,7	26,5	32,3	27,8	28,9
N- a-aminokyselinný		39,3	40,4	40,9	29,7	31,3	20,1	23,9
N- hexosaminový		10,1	9,8	10,2	12,1	9,1	10,1	13,6
N- neurčený		32,4	40,6	41,5	34,6	36,4	45,9	45,4
$N_{\text{hydr.}} : N_{\text{nehydr.}}$		4,0	5,5	4,3	4,0	4,0	4,1	4,3

Poměr mezi hydrolyzovatelným a nehydrolyzovatelným dusíkem, který lze využít k indikaci stabilizace zdrojů dusíku, byl v roce přímého působení hnojiv velmi kolísavý. Nejvyšší labilitou se vyznačoval systém dusíkatých látek po hnojení kejda + sláma ($N_h : N_{nh} = 8,5$; tab. I). Minerální přihnojení v této variantě vedlo ke stabilizaci dusíku v půdní organické hmotě ($N_h : N_{nh} = 3 - 3,6$). V následném působení hnojiv v souladu s uplatněním organické hmoty kořenového systému pšenice dochází k vyrovnání rozdílů vyvolaných hnojením: poměr mezi hydrolyzovatelným a nehydrolyzovatelným dusíkem byl více méně uniformní (4 až 4,3). Ke zvýšení podílu hydrolyzovatelných forem došlo pouze ve variantě hnojené hnojem (5,6).

V souhrnu lze říci, že hnojení kejdou a slámou s minerálním dohnojením zabezpečilo stejně jako hnojení hnojem + NPK nejvyšší obohacení půdy organickými dusíkatými látkami. Současně se vlivem obou forem hnojiv zvýšil podíl stabilnějších forem dusíku. Hnojení kejdou a slámou vedlo k zesílení mineralizační aktivity půdní mikroflóry a k ochuzení půdy o organické látky ve větší míře než na nehnojené variantě. Nejvyšší účinnost v hnojivech dodaného dusíku v převodu do půdní zásoby vykazovalo hnojení hnojem. Množství dusíku ve frakcích půdní organické hmoty je závislé na způsobu obdělávání půdy, plodině (okopanina, obilovina) a je do značné míry řízeno celkovým obsahem dusíku. Zastoupení jednotlivých frakcí dusíku půd stejného zemědělského využití se liší podle krátkodobé dynamiky vzájemných přeměn.

Literatura

- APFELTHALER, R.: Indikace mikrobiálních a biochemických přeměn v půdě při hnojení kejdou prasat. [Záv. zpráva.] Praha, VÚRV 1975.
- BOBRICKAJA, M. A. — BOJKO, T. A.: Vlijanije udobrenij na soderžanije različnyh frakcij azota v dervopodzolistykh i temnoserych lesnykh počvach. Agrochimija, 1977, č. 4, s. 10-16.
- BREMNER, J. M.: Organic forms of nitrogen. In: BLACK, C. A.: Methods of soil analysis. II. Agronomy 9, Amer. Soc. Agron. Madison, 1965, s. 1238-1255.
- DONOS, A. I.: Dynamika azotistych sojedinenij v obyknovnom černoze pri jeho intenzivnom ispolzovaniji. Agrochimija, 1978, 7, 91/97.
- FRANZ, H.: Bodenbiologische Probleme der Güllerei. Bericht ü. 3. Arbeitstgg. „Fragen der Güllerei“, Gumpenstein, 1961, s. 61.
- KEENEY, D. R. — BREMNER, J. M.: Effect of cultivation on the nitrogen distribution in soils. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc., 28, 1964, s. 253-256.
- KNOP, K. — TESAŘ, S. — SABIH, A.: Organické vazby dusíku v půdě. In: Sborník vědecké konference k 25. výročí VŠZ v Praze, 1977, č. 3, s. 177-188.
- RAUHE, K. — TRENNER, P.: Über die Wirkung gesteigerten Rindergülleabgaben auf das Umsetzungsgeschehen eines Lehmbodens unter kontrollierten Laborbedingungen. Albert-Thaer Arch., Berlin, 14, 1970, s. 981-990.
- SPITZL, M. — GARZ, J.: Quantitative Veränderung von organisch gebundenem Stickstoff in Abhängigkeit von Düngung und Bodentiefe. Arch. Acker-Pfl.Bau Bodenkde, 18, 1974, č. 9, s. 691-698.
- ŠKARDA, M.: Vliv statkových a průmyslových hnojiv na výnosy plodin v osevním postupu. [Závěrečná zpráva.] Praha, VÚRV 1961.
- ŠKARDA, M.: Vliv hnojení slámou na produktivnost půdy. Rostl. Výroba, 17, 1971, č. 9, s. 917-927.
- VILDFLUŠ, I. R. — ŠUGLJA, Z. M. — KAL, V. I.: Vlijanije sistem udobrenija na formy azota, fosfora i kalija v dervopodzolistoj supesčanoj počve. Agrochimija, 1977, č. 6, s. 40-45.
- VOSTAL, J. a kol.: Přeměny a dynamika dusíku v půdách vybraných stanovišť. [Závěrečná zpráva.] Praha, VŠZ 1980.

Došlo dne 8. 11. 1982

АПФЕЛТАЛЕР, Р. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага - Рузыне): Действие органического и органо-минерального удобрений на изменение почвенного азота. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 339-344.

После внесения удобрений в течение 21 года: компост (21 т/га), жидкий навоз (40 т/га) + солома совместно с минеральным удобрением NPK (130 кг N/га) и без него в севообороте: сахарная свекла — пшеница значительное повышение содержания почвенного азота наблюдалось после внесения навоза + NPK и жидкого навоза + солома + NPK. Эффективность внесенного азота при переводе на почвенный запас (прирост N_T , кг/га : доза N, кг/га, год) снижалась следующим образом: навоз (5,2); навоз + NPK (2,9); NPK (2,5); компост + NPK (1,9); жидкий навоз + NPK (1,9); компост (1,7) и жидкий навоз + солома (-2,1), после внесения которых минерализация органического вещества в почве резко усилилась. Содержание азота фракций (Бремнер) зависит от обработки почвы. Остатки растений (пшеница) содействуют нивелизации соотношения гидролизующего и негидролизующего азота и тесной корреляционной связи $N_{\text{гидрол}} : N_T$.

почвенный азот; удобрения; фракции N; иммобилизация N_T

APFELTHALER, R. (Research Institute for Crop Production, Praha - Ruzyně): *The Changes in Soil Nitrogen Content as a Result of Long-term Manuring and Fertilizing*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 339-344.

After 21 years of manuring with farmyard manure (FYM — 21 t/ha), compost (C — 21 t/ha), liquid manure (LM — 40 t/ha) + straw (S) alone or NPK fertilization (130 kg/ha N) on the loam-clay brown soil with the crop rotation sugar beet — wheat, the highest enrichment of soil nitrogen was achieved by FYM + NPK and LM + S + NPK combinations. The effectivity of the supplied nitrogen (increase in $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{N}$: rate, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) transferred into soil reserve decreased in this order: FYM (5.2), FYM + NPK (2.9), NPK (2.5), C + NPK (1.9), LM + S + NPK (1.9), C (1.7), LM + S (-2.1). The combination of liquid manure + straw (without NPK) led to an increase in the soil organic matter mineralization. The content of N in soil hydrolyzate fractions (after Bremner) depended on the soil treatment (sugar beet — wheat). The plant residues (wheat) contributed to the equalization of the ratio $N_{\text{hydrolyz}} : N_{\text{nonhydrolyz}}$ at different fertilization levels and to a close correlation $N_{\text{hydrolyz}} \cdot N_T^{-1}$.

N fraction; immobilization; hydrolyzable nitrogen; non-hydrolyzable nitrogen

Adresa autora:

Ing. Roman Apfelthaler, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

VLIV DLOUHODOBÉHO HNOJENÍ A VÁPŇENÍ NA OBSAH A SLOŽENÍ HUMUSU V RŮZNÝCH PŮDÁCH

J. Damaška

DAMAŠKA, J. (Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd, Praha - Zbraslav): *Vliv dlouhodobého hnojení a vápnění na obsah a složení humusu v různých půdách*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 345-352.

Na bázi stacionárních pokusů, v reprezentativních půdně-stanovištních podmínkách ČSR (černozem, hnědozem, hnědá a podzolovaná půda), byl sledován dlouhodobý účinek systematického hnojení a vápnění na obsah a složení půdního humusu. V porovnání s iniciálními hodnotami Cox na jednotlivých pokusných parcelách byl úbytek humusu prokázán jen u nehnojených variant (v rozsahu 0,04 až 0,13 % ročně); popř. u kombinací NPK .CaO, kde však snížení obsahu humusu bylo vyváжено zlepšením jeho kvality. Aplikace průmyslových hnojiv — ani vysokých dávek — neměla negativní dopad na obsah a složení humusu. Interakční účinek organicko-minerálního hnojení a vápnění byl ve všech případech vysoce pozitivní — a to jak na zvýšení obsahu humusu (o 0,02 až 0,1 % ročně), tak i na zlepšení jeho kvality (zvýšení podílu HK). Nezávisle na způsobech hnojení bylo prokázáno celkové zvýšení obsahu půdní organické hmoty i v hlubších vrstvách půdního profilu.

půdní organická hmota; stacionární pokusy; půdní typy

Systematické používání vysokých dávek průmyslových hnojiv a narůstající zatížení polní výroby mechanizačními prostředky zvyrazňují — zejména v posledním desetiletí — nezaměnitelnou funkci půdního humusu, jako rozhodující činitele vytváření úrodnosti půd, pozitivního ovlivnění všech intenzifikačních faktorů v rostlinné výrobě, a v neposlední řadě i jako významné složky v ochraně životního prostředí. V uvedených souvislostech jsou však stále častěji diskutovány i problémy týkající se některých negativních stránek intenzivního obhospodařování půd, spojených s rizikem ubývání humusu v našich zemědělských půdách — jako hlavní příčiny omezování dalšího růstu úrodnosti a produktivity půd.

S ohledem na stav humusu v zemědělsky využívaných půdách ČSR, který je většinou označován jako krajně nedostatečný (N a j m r, 1957; P o s p í š í l, 1980), je často poukazováno na možný nepříznivý účinek vysokých dávek průmyslových hnojiv na snížení obsahu humusu a zhoršení jeho kvality (N o v á k, 1977; J u r č o v á, 1982). Většinou však převládá názor, že při správném hnojení průmyslovými hnojivy lze docílit nejen udržení hladiny humusu, ale i jeho postupné zvýšení (K ö h n - l e i n, 1959; D u c h o ň, 1961; L a v r e n t ě v, 1972; B i e l e k a B e d r n o v á, 1982). Kombinované organicko-minerální hnojení je pak pokládáno za nejúčinnější způsob pozitivního ovlivnění úrodnosti i pro-

dukční schopnosti půd (Eich et al., 1978; Vogel, 1978; Aleksandrova, 1980; Damaška a Fürst, 1980). Ne zcela jednoznačné jsou i názory na význam vápnění kyselých půd, zejména u čerstvě odvodněných pozemků, kde v důsledku zvýšené intenzity mineralizace narůstá riziko ztrát organického uhlíku i dusíku (Škarda a Damaška, 1982). Lze proto oprávněně souhlasit s názorem, že řada otázek, týkajících se bilance půdního humusu ve vztahu k hnojení a vápnění postrádá dosud jak teoretického osvětlení, tak i praktického ověření (Kononova, 1972; Jegorov, 1981). Domníváme se, že dílčí řešení naznačených problémů umožňují především výsledky dlouhodobých stacionárních pokusů, v různých půdně-stanovištních podmínkách, s výrazně odstupňovanou intenzitou organicko-minerálního hnojení a vápnění.

MATERIÁL A METODY

Sledování dlouhodobého účinku hnojení a vápnění na obsah a složení humusu bylo námi prováděno jednak na bázi modelového stacionárního pokusu VÚZZP v Tupadlech — okres Mělník (od roku 1967), jednak na pokusných stanicích Geositě VÚRV v Pohořelicích, Hněvčevsi, Humpolci a Vysokém nad Jizerou (od roku 1976).

Půdní pokryv stacionáru Tupadly tvoří hnědozem na spraši, hlinitá, texturně diferencovaná do hloubky 80 cm. Pokusné schéma zahrnuje tři varianty hnojení: 0 (nehnojená), NPK (minerálně hnojená) a ORG (hnojená kompostem). Každoročně aplikované (na podzim) množství hnojiv činí — na NPK parcele 755 kg čistých živin na hektar (v prvcích), na ORG parcele 100 t.ha⁻¹ vyzrálého kompostu (hnůj — rašelina — zemina). Osevní sled představuje dvouleté střídání pšenice jarní a brambor. K charakteristice stavu humusu v jednotlivých letech byly používány tzv. směsné vzorky zeminy z dekádních odběrů za vegetační období (IV—XI) a z hloubek 5 až 15 cm (ornice), 25 až 35 cm (podorničí) a 45 až 60 cm (spodina).

Stacionární pokusy na bázích Geositě VÚRV jsou pak z hlediska zastoupení půdních představitelů dostatečně reprezentativní pro půdní podmínky celé ČSSR:

Pohořelice	— černozem hlinitá na spraši (kukuřičná výrobní oblast),
Hněvčevs	— hnědozem hlinitá na sprašové hlíně (řepařská oblast),
Humpolec	— hnědá půda na rule (bramborářská výrobní oblast),
Vysoké nad Jizerou	— podzolovaná půda na fyilitických břidlicích (horská výrobní oblast).

Jednotné pokusné schéma má celkem devět kombinací hnojení a vápnění, přičemž pro charakteristiku humusu byly použity „směsné“ vzorky zeminy z ornice na vybraných parcelách, jmenovitě:

0 — NPK.1—NPK.3—NPK.3 + CaO—NPK.3 + ORG—NPK.3 + CaO+ORG

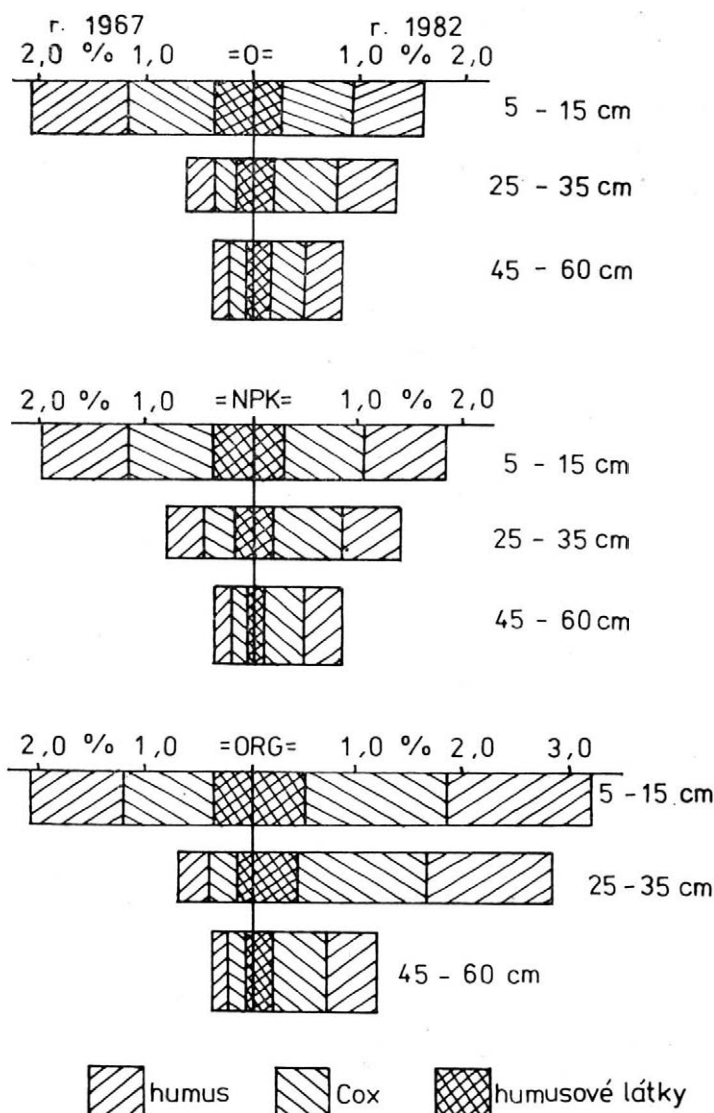
s odpovídajícími dávkami živin (kg . ha⁻¹ v prvcích);

0 — 273—819—819 + 7100—819 + 20 t — 819+7100+20 t

Průmyslová hnojiva (běžný sortiment) a mletý vápenec jsou aplikována každoročně (na podzim), organické hnojivo (hnůj) každý druhý rok (k okopaně). Sled plodin zahrnuje jednoleté střídání dvou plodin — pšenice a kukuřice (v řepařské a kukuřičné oblasti), resp. oves a brambory (v horské a bramborářské oblasti).

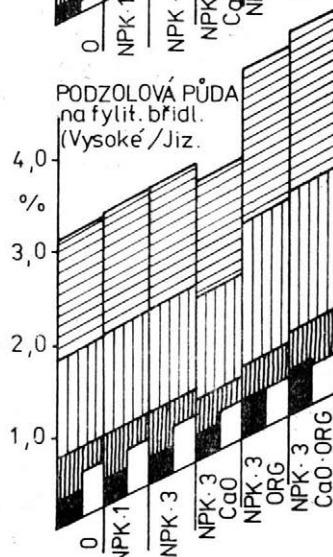
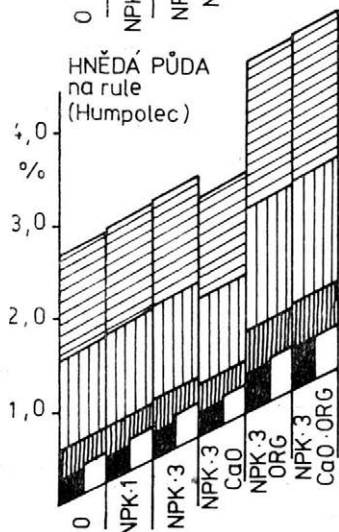
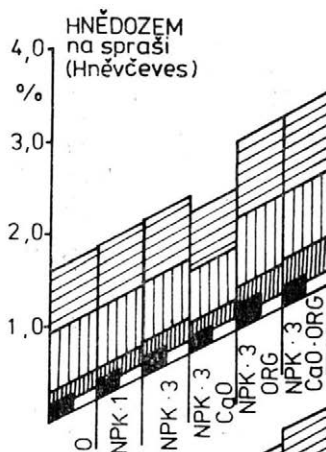
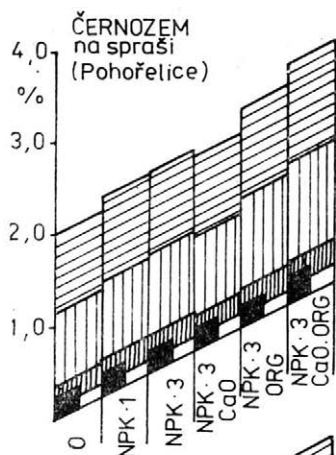
Vlastní stanovení obsahu humusu (Cox . 1,724) v jemnozemi (< 0,25 mm) bylo prováděno metodou podle Tjurina a Kononovové (cit. Hraško et al., 1962) a frakcionace extrahovatelných humusových látek metodou podle Kononovové a Bělčikovové (1961). Zjištěný rozsah a charakter ovlivnění půdního humusu je v práci dokumentován jednak graficky — porovnáním iniciálních a výsledných hodnot, jednak ročními změnami v obsahu Cox (koeficienty lineární regrese — a₁), které charakterizují vývojový trend půdního humusu při různých způsobech ovlivnění.

1. Vliv vysokých dávek hnojiv na profilové změny humusu (hnědozem na spraši — stacionár Tupadly) — The influence of high application rates of fertilizers on changes in humus profile (gray-brown podzolic soil on the loess — stationary trial Tupadly)



VÝSLEDKY

Účinek dlouhodobého (15letého) systematického hnojení průmyslovými (NPK) a organickými (ORG) hnojivy na profilové změny v obsahu a složení humusu prokazují především údaje ze stacionárního pokusu Tupadly (obr. 1). Z grafického znázornění vertikální distribuce humusu vyplývá, že v porovnání s iniciálními hodnotami Cox (v roce 1967) došlo k významnému zvýšení obsahu Cox zejména v podorničních horizontech, resp. ve spodinách (u všech variant hnojení), kdežto u orníčních horizontů byly průkazné změny (zvýšený Cox) zjištěny jen na parcele hnojené organickými hnojivy. Zvýšení obsahu Cox v podorničí činí 0,3 až 0,4 % (0 — NPK), resp. až 1,1 % Cox (ORG). V poněkud menším rozsahu se obsah humusu zvýšil i ve spodině — s výraznější diferenciací organickými hnojivy hnojené parcely od nehnojené, popř.



2. Změny v obsahu a složení humusu vyvolané hnojením a vápněním (výsledné hodnoty za období 1976—1981) — Changes in the content and composition of humus evoked by fertilization and liming (resultant values for the period 1976—1981)

minerálně hnojené. Podíl extrahovatelných humusových látek v podorníci a ve spodině zaznamenal výraznější zvýšení jen na organickými hnojivem hnojené parcele bez podstatnějších změn u ostatních variant hnojení.

Pozitivní ovlivnění charakteristik humusu v orničním horizontu je v daném případě jednoznačnou záležitostí jen organického hnojení, které prokazatelně zvyšuje nejen celkový obsah organických látek, ale i jejich extrahovatelný podíl. Systematické hnojení kompostem (ORG) umožnilo podstatné zvýšení hladiny humusu v ornici (o více než 1 % v průběhu 15 let trvání pokusu) i udržení jeho kvality, dokumentované měrným zvýšením podílu humusových látek. Roční přírůstek Cox vykazuje střední hodnotu 0,004 % (= 0,076 % humusu), kdežto na nehnojené parcele (O) se obsah organických látek prokazatelně snižuje — ročně o 0,01 % Cox (tab. I). Účinek vysokých dávek průmyslových hnojiv (NPK) na změny v obsahu i složení humusu je v porovnání s nehnojenou parcelou zanedbatelný.

Charakter a rozsah ovlivnění humusu v orničních horizontech geneticky odlišných půd — v podmínkách různých způsobů hnojení (NPK — ORG) a vápnění (CaO) — je dále dokumentován výsledky

I. Vývojové trendy půdního humusu (Cox) v závislosti na způsobech a intenzitě hnojení a vápnění — Developmental trends of soil humus (Cox) in relation to the modes and intensity of fertilizing and liming

Půdní typ (lokalita)	Kombinace hnojení	I_{yx}	Význam- nost	Regresní koeficient	
				a_0	a_1
Hnědozem na spraši (Tupadly)	O	0,618	+	1,22	−0,01
	NPK	0,209		1,14	oscil.
	ORG	0,792	+	1,03	0,44
Černozem na spraši (Pohořelice)	O	0,933	+	1,53	−0,11
	NPK	0,133		1,29	oscil.
	NPK + Ca	0,474		1,20	oscil.
	NPK + Ca + + ORG	0,948	+	1,07	0,06
	O − (úhor)	0,763	+	1,38	−0,04
Hnědozem na sprašové hlíně (Hněvčeves)	O	0,276		0,84	oscil.
	NPK	0,676		0,86	0,02
	NPK + Ca	0,395		0,79	oscil.
	NPK + Ca + + ORG	0,836	+	0,92	0,02
	O − (úhor)	0,291		1,02	oscil.
Hnědá půda na ruce (Humpolec)	O	0,782	+	2,12	−0,13
	NPK	0,397		2,72	oscil.
	NPK + Ca	0,283		2,46	oscil.
	NPK + Ca + + ORG	0,836	+	2,12	0,04
	O − (úhor)	0,700		2,28	−0,15
Podzolovaná půda na fylitických břidlicích (Vysoké nad Jizerou)	O	0,659		1,50	−0,05
	NPK	0,391		1,67	oscil.
	NPK + Ca	0,187		1,66	oscil.
	NPK + Ca +	0,707		1,77	0,02
	O (úhor)	0,278		1,84	oscil.

šestiletých stacionárních pokusů (obr. 2). Ve všech případech sledovaných půd má hnojení průmyslovými hnojivy — v porovnání s nehnojenou parcelou — mírně pozitivní, avšak statisticky neprůkazný účinek (tab. I), a to jak na celkový obsah humusu, tak i na jeho kvalitu (podíl humusových látek a poměr HK:FK). Naproti tomu kombinace NPK-hnojiv s vápněním vykazuje zřetelné snížení obsahu Cox (minimálně u černozemě), doprovázené adekvátním snížením i obsahu humusových látek, při určitém zlepšení poměru HK:FK. Nejvýraznější pozitivní změny vykazují u všech půd kombinace organicko-minerálního hnojení a vápnění, pro které je charakteristické nejen podstatné zvý-

šení hladiny humusu (Cox), ale i příznivé ovlivnění poměru HK : FK, zejména u hnědých a podzolových půd. Trendy vývoje obsahu humusu v orničních horizontech (tab. I) dokumentují prokazatelný úbytek humusu jen na nehnojených parcelách — v rozsahu 0,04 až 0,13 % Cox ročně — bez výraznějších rozdílů mezi „úhorem“ a „plodinou“. Roční změny v obsahu humusu vyvolané vysokými dávkami průmyslových hnojiv, resp. vápněním oscilují kolem iniciální hodnoty, event. naznačují spíše pozitivní (stabilizující) účinek NPK-hnojiv a vápnění, než jejich negativní dopad (obr. 2). Interakční účinek organicko-minerálního hnojení a vápnění vykazuje pak u všech půd průkazné zvýšení hladiny humusu v ornici, s ročními přírůstky od 0,02 do 0,1 % Cox.

DISKUSE

Z výše uvedeného je zřejmé, že k určitému úbytku humusu může docházet především na nehnojených, nebo nedostatečně hnojených půdách, popř. jak uvádí Bielek a Bedrnová (1982) — na málo hodnotných půdách. Hnojení průmyslovými hnojivy, i při systematické aplikaci vysokých dávek, nemůžeme však v žádném případě pokládat za rozhodující příčinu úbytku půdní organické hmoty. Plně se ztotožňujeme s názory poukazujícími na možnost pozitivního ovlivnění hladiny humusu při uplatňování odpovídajících způsobů a intenzity organicko-minerálního hnojení, respektující vědecké zásady zúrodňování půd a výživy rostlin (Vogel, 1978; Jegorov, 1981; Bielek a Bedrnová, 1982). Naproti tomu vápnění půd (i v kombinaci s průmyslovými hnojivy), bez náležité kompenzace zvýšeného mineralizačního efektu organickým hnojením, může mít za následek určité snížení celkového obsahu humusu, i když na druhé straně je tento úbytek vyvážen zvýšením jeho kvality (Damaška a Fürst, 1980). Domníváme se proto, že v naprosté většině případů jsou konstatované úbytky půdní organické hmoty podmíněny jinými příčinami — především nedůsledným uplatňováním agrotechnických, resp. agro-hydromelioračních opatření — a nelze je proto uvádět v souvislosti s narůstající intenzifikací rostlinné výroby.

Literatura

- ALEKSANDROVA, L. N.: Organičeskoje vėščestvo počvy i procesy jėgo transformacii. Leningrad, Nauka 1980.
- BIELEK, P. — BEDRNOVÁ, L.: Tvorba a rozklad organickej hmoty ako faktory pôdnej úrodnosti. In: Zborník „Zvyšovanie úrodnosti pôdy hnojením“, Bardejovské kúpele, 1982.
- DAMAŠKA, J. — FÜRST, Z.: Ovlivnění agrochemických faktorů půdní úrodnosti hnojením průmyslovými hnojivy. [Záv. zpráva.] Praha - Ruzyně, ÚRV 1980.
- DUCHOŇ, F.: Vliv hnojení na obohacování půd humusem. In: KÁŠ, V. a kol.: Obohacování půd humusem. Praha, ČSAZ-SZN 1961, s. 50-83.
- EICH, D. — BREITSCHUH, G. — KRUMNOW, E.: Stand und Probleme der Versorgung der Böden mit organischen Substanz und des effektiven Einsatzes organischer Dünger. Feldwirtschaft, 8, 1978, s. 341-342.
- HRAŠKO, J. a kol.: Rozbory pôd. Bratislava, SNPL 1962.
- JEGOROV, V. V.: Někotoryje voprosy povyšėnija plodorodija počv. Počvovėdėnija, 10, 1981, s. 71-79.

- JURČOVÁ, D.: Organické hnojivá a zvyšovanie úrodnosti pôdy. In: Zborník „Zvyšovanie úrodnosti pôdy hnojením“, Bardejovské kúpele, 1982.
- KÖHNLEIN, J.: Bestehende Gesetzmässigkeiten bei der Umsetzung organischer Stoffe in landwirtschaftlich genutzten Böden. Landwirtschaft. Forschung, 13, 1959, s. 54-59.
- KONONOVA, M. M. — BĚLČIKOVA, N. P.: Uskorennyje metody opredelenija sostava gumusa mineralnych počv. Počvoveděnie, 10, 1961, s. 75-78.
- KONONOVA, M. M.: Problema organičeskogo vėščestva počvy na sovremennom etape. In: Sborník „Organičeskoje vėščestvo celinných i osvojenných počv“. Moskva, Nauka 1972, s. 7-29.
- LAVRENTĚV, V. V.: Mobilizacija azota v černoziemnych počvach Evropejskoj časti SSSR. In: Sborník „Organičeskoje vėščestvo celinných i osvojenných počv“. Moskva, Nauka 1972, s. 142-182.
- NAJMR, S.: Humus ve výrobně důležitých půdních typech. Praha, ČSAZV - SZN 1957.
- NOVÁK, B.: Recyklace organických látek a využívání odpadu pro hnojení půdy. In: Sborník „Recyklace organické hmoty do půdy“. Ostrava 1977.
- POSPÍŠIL, F.: Obsah a složení humusu v půdách v českých zemích. Studie ČSAV, 14, Academia, Praha, 1980.
- ŠKARDA, M. — DAMAŠKA, J.: Problém humusu v orné půdě ČSR. Úroda, 7, 1982, s. 321-323.
- VOGEL, G.: Organische Substanz — Voraussetzung für hohe, stabile Erträge. Landwirtschaft, 8, 1978, s. 338-341.

Došlo dne 8. 11. 1982

ДАМАШКА, Я. (Научно-исследовательский институт по повышению плодородия почв, Прага - Зbrasлав): Влияние многолетнего удобрения и известкования на содержание и состав гумуса в разных почвах. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 345-352.

Na báze stacionárných opytov v ukazateľných pôdne-klimatických podmienkach ČSR (černozem, burózem, buráa a podzolistá pôda) iščuľalo sa množletné dejstvo systematického uľoženia a iščuľovania na obsah a sľav pôdneho gumusa. Po sľavnení s načalnými ukazateľmi Cox na oddelných opytných deľankách ubýľ gumusa bola dokazana ľoľko u neudobrenných varianťov (v objeme 0,04—0,13 % v god) iľi ľe v kombinácii NPK X CaO, pričem, odľako, poníženie obsahu gumusa bolo vľavnené uľožnením ego kvality. Priľnenie minerálných uľožení (ľaľe v vysokých doľach) ľlocho ne oľražalo sa ni v obsahu, ni v sľave gumusa. Vľaimoděľstvo organo-minerálných uľožení a iščuľovania vo vľech sľučľach bolo vysokopoloľitěľným, a iľmeno ľak pri vľyšnení obsahu gumusa (na 0,02—0,1 % v god), ľak i pri uľožnení ego kvality (vľyšnení doľi HK). Neľavisiľo oť sľosľov uľoženia bolo dokazano oľľee vľyšnenie obsahu pôdnej organičeskej masy ľaľko v ľoľe ľľuľoľích sľoľch pôdneho pľofila.

organičesľaa masa počvy; stacionárné opytľ; typľ počv

DAMAŠKA, J. (Research Institute for Soil Improvement, Praha - Zbraslav): *The Influence of Long-term Fertilizing and Liming on the Content and Composition of Humus in Different Soils*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 345-352.

Stationary trials in the representative soil and on-site conditions of the Czech Socialist Republic (chernozem, gray-brown podzolic soil, brown forest soil and podzolic soil) were performed to study the long-term effect of systematic fertilization and liming on the content and composition of humus. In comparison with the initial values Cox on the experimental plots, a decrease in the humus content was proved only in the unfertilized variants (in the range of 0.04 to 0.13 % annually), and in the NPK X CaO combinations where the decrease in the humus content was balanced by the improvement of its quality. At the application of commercial fertilizers, even at high levels, no negative impact on the content and composition of humus was observed. The interaction effect of organic and mineral fertilizer

combinations and of liming was highly positive in all cases, as to the increase in the humus content (by 0.02 to 0.1 % annually) and as to the improvement of its quality (increased proportion of humic acid). A total increase in the content of the soil organic matter, even in deeper layers of the soil profile, was proved independently of the fertilization methods.

soil organic matter; stationary trials; soil types

Adresa autora:

Ing. Jaromír D a m a š k a, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507,
161 06 Praha 6 - Ruzyně

BILANCE POTŘEBY A ÚHRADY ORGANICKÝCH LÁTEK V OSEVNÍM POSTUPU

K. Římovský

ŘÍMOVSKÝ, K. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Bilance potřeby a úhrady organických látek v osevním postupu*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 353-358.

V rámci modelových osevních postupů je řešena bilance potřeby a úhrady organických látek v půdě (bramborářský výrobní typ). Rozhodující vliv na výslednou bilanci má zastoupení jetelovin a okopanin ve struktuře osevu. Je uváděno množství posklizňových zbytků jednotlivých plodin, které se významně podílí na úhradě potřeby organických látek v půdě.

posklizňové zbytky plodin; jeteloviny; okopaniny

Organické hnojení tvoří v současné době jeden ze základních předpokladů možnosti dosažení požadovaných výnosů pěstovaných plodin. Organická složka půdního sorpčního komplexu je veličinou poměrně stálou, je dána genetickým typem půdy. Hlavním účelem organického hnojení je dodání organické hmoty do půdy, s funkcí tzv. živného humusu, jakožto energetického substrátu pro půdní mikroflóru. Organické hnojení tím podmiňuje dynamiku mikrobiálních a biochemických procesů v půdě úzce souvisejících s výživou rostlin.

Až na výjimky musí zemědělské podniky zajistit potřebný objem organických hnojiv vlastní produkcí, bez dodatečných vnějších vstupů. Má-li být zemědělská soustava vnitřně vyrovnaná, stabilní, musí výroba organických hnojiv v podniku plně pokrýt jejich potřebu. Z celkové potřeby organických látek v půdě pokrývají posklizňové zbytky plodin 50 až 60 %. Zbytek, 40 až 50 % celkové potřeby, by měl být uhrazen produkovánými statkovými hnojivy.

Splnění tohoto požadavku zajišťuje existence vzájemně vyvážené vazby mezi rostlinnou a živočišnou výrobou, s dostatečnou produkcí kvalitních stájových hnojiv, doplněných podle místních podmínek zaorávkou slámy nebo zeleným hnojením. Pouze malá část organických látek, z hlediska jejich celkové potřeby nepodstatná, přichází do zemědělských podniků z jiných zařízení (např. hnojení saturačními kaly, nákupem průmyslových kompostů).

Plnou účinnost organického hnojení podmiňuje dostatečný a pravidelný přísun organických látek do půdy, realizovaný ve zdůvodněném systému, v praxi formou pevných osevních postupů. Osevní postup, jako základní agrotechnické opatření plní funkci organizační, zúrodňovací a výrobní, umožňuje tak na základě struktury pěstovaných plodin výpočet bilance potřeby a úhrady sušiny organických látek v půdě.

Při nedostatečné výrobě stájových hnojiv je možno pouze v rámci osevního postupu navrhovat a realizovat konkrétní opatření k vyrovnaní této bilance, například zařazením meziplodin na zelené hnojení nebo zaorávkou slámy, s cílem zajistit přísun požadovaného množství organických látek do půdy v potřebném časovém odstupu.

MATERIÁL A METODY

K výpočtu bilance potřeby a úhrady sušiny organických látek (SOL) v půdě, byla použita metoda normativů potřeby SOL dle Škardy (1977). Modelové osevní postupy byly sestaveny podle různé skladby plodin v bramborářském výrobním typu (BVT).

Uváděná hmotnost sušiny nadzemní a podzemní hmoty posklizňových zbytků pěstovaných plodin (při 105 °C), byla získána na základě sledování prováděných pracovníky katedry zemědělských soustav VŠZ v Brně, v zemědělských podnicích kukuřičného, řepařského a bramborářského výrobního typu (Krejčíř et al., 1981), při běžně používaných sklizňových technologiích. Odběr podzemních posklizňových zbytků byl proveden monolitovou metodou do hloubky 30 cm.

Při výpočtu potřeby a úhrady SOL v půdě v rámci modelových osevních postupů v BVT, mimo příslušného zastoupení plodin ve struktuře osevů, byl použit normativ potřeby SOL pro lehčí půdy. V provedené bilanci bylo pak počítáno s průměrnou stávající roční výrobou SOL v BVT, určenou k úhradě potřeby, jejíž hodnota činí 0,95 t. ha⁻¹.

VÝSLEDKY

Potřebu SOL v půdě ovlivňuje zejména struktura pěstovaných plodin a zrnitostní složení půdy. Vliv struktury pěstovaných plodin na výši potřeby SOL v půdě vychází ze skutečnosti, že plodiny z hlediska potřeby SOL můžeme rozdělit do tří skupin.

První skupinu tvoří plodiny s vysokou potřebou SOL. Mají charakter okopanin, zpravidla zanechávají v půdě menší množství posklizňových zbytků. Mimo tradičních okopanin jako je cukrovka a brambory, k nim řadíme např. silážní kukuřici, kukuřici na zrno, zeleninu aj.

Druhou skupinu tvoří plodiny vykazující nízkou potřebu SOL, ale významně obohacující půdu organickými látkami z velkého množství posklizňových zbytků. Jsou to víceleté pícniny jako jeteloviny, jeteletrávy a travní porosty.

Třetí skupina vystupuje v potřebě a úhradě sušiny organických látek v půdě indiferentně. Vykazuje střední potřebu SOL, zanechává v půdě přibližně stejné množství posklizňových zbytků. Patří sem obilniny, luskoviny pěstované na zrno, řepka ozimá a některé jiné plodiny.

Jak významně může bilanci potřeby a úhradu SOL v půdě ovlivnit struktura plodin v osevním postupu, vyplývá i z údajů o množství zanechaných nadzemních a podzemních posklizňových zbytků (tab. I) (Krejčíř et al., 1981; Vymětal, Římovský 1966).

Rozhodující vliv procentického zastoupení víceletých pícnin a okopanin v osevním postupu na výslednou bilanci potřeby a úhrady SOL v půdě prokazují i propočty v následujících modelových osevních postupech.

I. Posklizňové zbytky plodin (v t sušiny organických látek při 105 °C) — Post-harvest crop residues (in tons of dry matter of organic substances at 105° C)

Plodina	Nadzem. poskliz. zbytky	Podzem. poskliz. zbytky	Celkem poskliz. zbytků
Skupina 1 — plodiny s vysokou potřebou organických látek, převyšující množství posklizňových zbytků — v bilanci vystupují jako spotřebitelé C			
Cukrovka	1,62	1,14	2,76
Brambory	2,10	1,40	3,50
Krmná řepa	0,97	0,35	1,32
Kukuřice silážní	2,50	3,57	6,07
Kukuřice zrnová	3,30	3,42	6,72
Skupina 2 — plodiny s nízkou potřebou organických látek, obohacující půdu organickými látkami ze značného množství zanechaných posklizňových zbytků — v bilanci vystupují jako producenti C			
Vojtěška 2 roky	3,24	4,64	7,88
Vojtěška 3 roky	2,46	5,59	8,05
Vojtěškotráva 2 roky	4,50	4,04	8,54
Jetel červený	4,16	3,00	7,16
Jetelotráva 2 roky	3,38	4,42	7,80
Jetel bílý	1,98	5,92	7,90
Dočasný travní porost	2,79	7,32	10,11
Skupina 3 — plodiny se střední potřebou organických látek, zanechávají na poli střední množství posklizňových zbytků, v bilanci vystupují indiferentně			
Pšenice ozimá	2,51	1,70	4,21
Žito ozimé	2,30	1,68	3,98
Ječmen ozimý	2,68	2,00	4,68
Ječmen jarní	2,16	1,21	3,37
Oves	2,52	1,92	4,44
Pšenice jarní	2,48	1,64	4,12
Hrách na zrno	2,01	0,59	2,60
Bob na zrno	5,46 ⁺	1,74	7,20
Řepka ozimá	5,56 ⁺	2,30	7,86
Mák setý	3,82 ⁺	1,68	5,50

⁺ včetně nesklizené zaorané slámy

OSEVNÍ POSTUP A

Struktura plodin:

obilniny a ostatní plodiny (řepka, luskoviny) 60 %
okopaniny včetně silážní kukuřice 25 %
jeteloviny (jetelotrávy) 15 %

Sled plodin:

- 1 jetelotráva 2,5 % + jetel červený 10 %
- 2 jetelotráva 2,5 % + obilnina 10 %
- 3 obilnina 12,5 %
- 4 okopanina ++12,5 %
- 5 obilnina 12,5 %
- 6 obilnina 12,5 %
- 7 okopanina ++12,5 %
- 8 obilnina 12,5 %

Normativ potřeby SOL při uvedené skladbě plodin	1,25 t . ha ⁻¹
Průměrná výroba SOL ve formě statkových hnojiv v BVT	0,95 t . ha ⁻¹
Deficit v bilanci potřeby a úhrady SOL v půdě	0,30 t . ha ⁻¹

OSEVNÍ POSTUP B

Struktura plodin:

obilniny a ostatní plodiny	60,10 %
okopaniny včetně kukuřice silážní	29,90 %
jeteloviny	10,00 %

Sled plodin:

- 1 jetel červený 10 % + okopaniny 1,3 % + řepky 3,0 %
- 2 obilnina 14,3 %
- 3 okopanina ++14,3 %
- 4 obilnina 14,3 %
- 5 obilnina 14,3 %
- 6 okopanina ++14,3 %
- 7 obilnina 14,3 %

Normativ potřeby SOL při uvedené skladbě plodin	1,50 t . ha ⁻¹
Průměrná výroba SOL ve formě statkových hnojiv v BVT	0,95 t . ha ⁻¹
Deficit v bilanci potřeby a úhrady SOL v půdě	0,55 t . ha ⁻¹

OSEVNÍ POSTUP C

Struktura plodin:

obilniny a ostatní plodiny	60,00 %
okopaniny včetně kukuřice na siláž	20,00 %
jeteloviny	22,00 %

Sled plodin:

- 1 jetel červený 20 %
- 2 obilnina 20 %

3 obilnina 20 %
 4 okopanina⁺⁺ 20 %
 5 obilnina 20 %

Normativ potřeby SOL při uvedené skladbě plodin	1,00 t. ha ⁻¹
Průměrná výroba SOL ve formě statkových hnojiv v BVT	0,95 t. ha ⁻¹
Deficit v bilanci potřeby a úhrady SOL v půdě	0,05 t. ha ⁻¹

DISKUSE

Z výpočtů potřeby a úhrady SOL v modelových osevních postupech vyplývá, že rozhodující vliv na bilanci SOL v půdě má procentické zastoupení okopanin a jetelovin ve struktuře plodin v osevním postupu. Osevní postup A při zastoupení 60 % obilnin, 25 % okopanin a 15 % víceletých píceňin, má za současné úrovně výroby hnojiv v BVT krytou potřebu SOL v půdě na 76 %. Deficit 24 % představuje 0,30 t. ha⁻¹ SOL, v přepočtu na hnůj činí tento deficit při čtyřletém cyklu organického hnojení 7,2 t. ha⁻¹ hnoje.

Zvýšení výměry okopanin na úkor víceletých píceňin v osevním postupu B — 60,10 % obilnin a řepky ozimé, 29,9 % okopanin včetně silážní kukuřice a 10,0 % jetelovin, snížilo krytí potřeby SOL na 63,34 %. Bilanční deficit 36,66 % představuje 0,55 t. ha⁻¹ SOL půdy ročně, vyjádřený v množství hnoje při čtyřletém cyklu hnojení činí 13,2 t. ha⁻¹. Vyrovnání tohoto deficitu, při současné úrovni výroby klasických statkových hnojiv je nereálné.

Zvýšením výměry víceletých píceňin v osevním postupu C na 20 %, se současným snížením plochy okopanin na 20 % a při zachování původního 60% zastoupení obilnin, je při současné úrovni výroby statkových hnojiv bilance v potřebě a úhradě SOL v půdě prakticky vyrovnána. Bilanční výsledky odpovídající dřívějším zjištěním Š k a r d y (1979), o stavu organického hnojení ČSSR.

Ze získaných výsledků je možné odvodit následující, obecně platné závěry:

— plocha jetelovin v osevních postupech by neměla klesnout pod 15 % jejich celkové plochy. V současné době souvisí tento požadavek s dostatečnou výměrou podsevů jetelovin, dále pak s kvalitním založením dobře zakořeněných a zapojených podsevů, schopných úspěšného přezimování. Jen tak můžeme založené plochy podsevů jetelovin v celé ploše převést v příštích letech na vysoce produktivní porosty jetelovin;

— zajistit vysokou produkci hlavního stájového hnojiva — hnoje, zejména v podmínkách vysokého zastoupení okopanin. Jsou možná dvě řešení. Zvýšená produkce chlévské mrvy použitím většího množství stelivové slámy, dále pak snížení ztrát hnoje kvalitnějším uložením na hnojištích. Současná úroveň hmotnostních ztrát v zemědělské praxi, pohybující se v rozmezí 40 až 60 %, vzhledem k situaci v organickém hnojení, je dále neúnosná;

— v podmínkách bezstelivových provozů realizovat efektivní využití vysokých hnojivových hodnot kejdy k přímému hnojení plodin, začleněním produkované kejdy do systému výživy pěstovaných plodin. V současné době zůstává tento způsob využití kejdy nejefektivnějším;

— systém organického hnojení s vyrovnanou bilancí potřeby a úhrady SOL v půdě předpokládá v zemědělských podnicích zavedení pevných osevních postupů. Systém organického hnojení je třeba zpracovat pro každý osevní postup, podle jeho konkrétních podmínek (struktura osevů, zrnitostní složení půd aj.).

Literatura

KREJČÍŘ, J. — ŘÍMOVSKÝ, K. — PICKA, Z.: Množství a kvalita posklizňových zbytků hlavních zemědělských plodin. [Diplomová práce.] Brno, 1981, s. 1-59. — VŠZ. ŠKARDA, M.: Využití hnoje a močůvky z velkokapacitních stájí skotu. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, ÚRV 1977, s. 47.

ŠKARDA, M.: Organické hnojení (komplexní technologie v zájmovém území okresu). Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do praxe, ÚVTI Praha, 15, 1979, s. 2-106.

VYMĚTAL, V. — ŘÍMOVSKÝ, K.: Ernterückstände der wichtigsten Früchte in der Fruchtfolge. In: Sborník VŠZ v Brně, řada D, č. 4, 1966, s. 337-344.

Došlo dne 8. 11. 1982

РЖИМОВСКИЙ, К. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Баланс потребности и покрытия органических веществ в севообороте. Растл. Вырба, 29, 1983 (4) : 353-358.

В рамках модельных севооборотов решался баланс потребности и покрытия (возмещения) органических веществ в почве (картофелеводческий производственный тип). Основное влияние на окончательный баланс оказывает замещение бобовых и пропашных в структуре севооборота. Приводится количество послеуборочных остатков однолетних культур, которое в значительной степени участвует в покрытии потребности в органических веществах в почве.

послеуборочные остатки культур; бобовые; пропашные

ŘÍMOVSKÝ, K. (University of Agriculture, Brno): *The Balance of the Need and Supply of Organic Substances in Crop Rotation*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 353-358.

The model crop rotations have been employed to solve the problem of the need and supply of organic substances to soil (potato production region). The proportion of clover crops and root crops is decisive for the final balance. The amount of post-harvest residues of the crops, important for covering the need of organic substances in the soil, is given.

post-harvest crop residues; clover crops; root crops

Adresa autora:

Doc. ing. Karel Ř í m o v s k ý, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 662 65 Brno — Černá Pole

P. Strnad

STRNAD, P. (Výzkumná stanice rostlinné výroby, Čáslav): *Organické hnojení v osevním postupu na degradované černozemi*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 359-365.

Dlouhodobý stacionární výživářský osevní postup byl založen v Čáslavi v roce 1957. Pravidelně se na všech variantách vápní a dodržují se zásady vyváženého střídání plodin včetně víceletých píceň a kvalitního zpracování půdy. Za uvedených podmínek se sleduje diferencované hnojení. Při samotném organickém hnojení se pH udržovalo na stejné úrovni. Bez organického hnojení docházelo k okyselování půd. Vyšší úroveň organického hnojení ($13 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$) eliminovalo negativní působení vysokých dávek průmyslových hnojiv na pH, při dávce hnoje $7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ docházelo již k okyselování půd. Na variantě absolutně nehnojené a při samotném organickém hnojení klesal s délkou trvání pokusu obsah fosforu v půdě, více však ve variantě bez hnojení. Samotným organickým hnojením se produkce suché hmoty plodin zvýšila v průměru osevního postupu o 11 %. Obsah humusu se v průměru osevního postupu zvyšoval ročně organickým hnojením o 0,007 %, organominerálním hnojením o 0,01 %.

stacionární pokus; agrochemické vlastnosti; obsah humusu; výnosy plodin

Pravidelný přívod organických látek do půdy je předpokladem udržování a zvyšování půdní úrodnosti. Účinek organické hmoty se neprojevuje pouze ve zlepšování fyzikálních vlastností půdy a ve zvyšování její biologické aktivity, ale i tím, že je nejen cenným zdrojem živin pro rostliny, ale i zdrojem potravy a energie pro půdní mikroflóru. Je však i zdrojem látek pro další humifikaci, jejímž výsledkem je půdotvorný humus těžko mikroby rozložitelný. Je třeba zdůraznit i význam organického hmoty jako zdroje kyslíčnicku uhličitého pro fotosyntézu (Duchovní, 1959; Kudrna, 1979).

Organické hnojení v osevních postupech a pravidelné střídání plodin při zařazování víceletých píceň v souvislosti se zvýšenou intenzitou hnojení průmyslovými hnojivy zdůrazňuje celá řada autorů (Strnad, 1963; Baier, 1979) jako předpoklad jejich vysoké účinnosti. Nedodržováním těchto zásad při přeceňování chemizace a opomíjení základních principů agrotechniky se projevuje potom nepříznivě na produkci polních plodin a jejich výnosové stabilitě, zvláště v klimaticky nepříznivých ročnících.

MATERIÁL A METODY

Uváděné výsledky byly získány z dlouhodobého výživářského pokusu, který je od roku 1957 sledován v Čáslavi, Výzkumné stanici VÚRV Praha - Ruzyně. Pokusný pozemek leží ve výrobním typu řepářském, subtypu řepářsko-ječném. Průměrná

roční teplota dosahuje 8,74 °C, průměrné roční srážky 601 mm. Půda je černozemního typu, silně degradovaná, ornice je šedohnědá s obsahem 40 až 45 % jílovitých částic.

Průměrné agrochemické hodnoty před založením pokusu v roce 1956:

pH (v KCl)	6,47
P (Egnér) mg . kg ⁻¹	30,8
K (Schachtschabel) mg . kg ⁻¹	107,9
CaCO ₃	0
potřeba vápnění (CaO) kg . ha ⁻¹	25

Pokus byl založen blokovou metodou ve čtyřech opakováních, velikost parcel je 9 X 9 m, sklizňových 5 X 5 m. Každoročně byl sledován čtyřhonný osevní postup, ve kterém se každé čtyři roky měnily skupiny plodin. Každá plodina byla sledována čtyři roky. Osevní postup na jednotlivých honech je uveden v tab. I.

I. Osevní postup na jednotlivých honech — Crop rotation in individual fields

Rok	Hon			
	3	4	5	6
1957	ozimá pšenice	cukrovka	jarní ječmen	brambory
1958	cukrovka	jarní ječmen	brambory	ozimá pšenice
1959	jarní ječmen	brambory	ozimá pšenice	cukrovka
1960	brambory	ozimá pšenice	cukrovka	jarní ječmen
1961	ozimá pšenice	cukrovka	jarní ječmen	vojtěška
1962	cukrovka	jarní ječmen	vojtěška	vojtěška
1963	jarní ječmen	vojtěška	vojtěška	ozimá pšenice
1964	vojtěška	vojtěška	ozimá pšenice	cukrovka
1965	vojtěška	ozimá pšenice	cukrovka	jarní ječmen
1966	ozimá pšenice	cukrovka	jarní ječmen	žito + silážní kukuřice
1967	cukrovka	jarní ječmen	žito + silážní kukuřice	bob
1968	jarní ječmen	žito + silážní kukuřice	bob	oves
1969	žito + silážní kukuřice	bob	oves	ozimá řepka
1970	bob	oves	ozimá řepka	jarní ječmen
1971	oves	ozimá řepka	jarní ječmen	jetel luční
1972	ozimá řepka	jarní ječmen	jetel luční	brambory
1973	jarní ječmen	jetel luční	brambory	ozimá pšenice
1974	jetel luční	brambory	ozimá pšenice	ozimá pšenice
1975	brambory	ozimá pšenice	ozimá pšenice	jarní ječmen
1976	ozimá pšenice	ozimá pšenice	jarní ječmen	cukrovka
1977	ozimá pšenice	jarní ječmen	cukrovka	jarní ječmen
1978	jarní ječmen	cukrovka	jarní ječmen	jetel luční
1979	cukrovka	jarní ječmen	jetel luční	ozimá pšenice
1980	jarní ječmen	jetel luční	ozimá pšenice	brambory

Z celkového počtu 12 zařazených variant byly pro tuto práci využity pouze tři varianty.

Označení varianty	Organické hnojení	Průmyslová hnojiva
1	0	0
2	hnůj (sláma)	0
3	hnůj (sláma)	N ₂ PK

V průběhu pokusu bylo hnojeno hnojem k okopaninám, k ozimému žitu na zeleno a k ozimé řepce. Dávka hnoje se pohybovala k jednotlivým plodinám od 20,0 do 40,0 t.ha⁻¹. Průměrná roční dávka hnoje za 24 let dosáhla 9,2 t.ha⁻¹. Mimo to v letech 1973—1976 byla ke druhé obilnině zaorávána sláma v dávce 5,0 t.ha⁻¹ s vyrovnávací dávkou 50 kg.ha⁻¹ N. Vápenec byl aplikován za 24 let celkem 3X, buď k cukrovce na podzim, nebo k jarnímu ječmenu s podsevem vždy v dávce 2 t.ha⁻¹. Průměrná intenzita hnojení na variantě N₂PK dosáhla 64 kg N, 37 kg P a 91 kg K na 1 ha.

VÝSLEDKY

Dlouhodobé sledování dynamiky pH na jednotlivých variantách pokusu přineslo řadu zajímavých výsledků (tab. II). Bez organického a minerálního hnojení došlo vlivem střídání plodin i přes pravidelné vápnění v ornici (v hloubce do 20 cm) ke zhoršování pH. Při pravidelné aplikaci hnoje a vápnění se pH udrželo přibližně na stejné úrovni v průběhu celého pokusu.

Zcela rozdílný průběh změn půdní kyselosti byl zaznamenán při současném organominerálním hnojení. V prvních 12 letech intenzivního hnojení průmyslovými hnojivy, při organickém hnojení 13,0 t hnoje na 1 ha ročně a pravidelném vápnění se pH oproti úrovni roku 1963 dokonce mírně zvyšovalo.

V dalším 12letém období při sníženém přívodu organické hmoty (7 t hnoje na 1 ha ročně) a pravidelném vápnění došlo při aplikaci průmyslových hnojiv k výraznému okyselování půdy.

Dlouhodobé organické hnojení výrazně ovlivňovalo i obsah přístupného fosforu a draslíku v půdě (tab. III). Na variantě 1 bez hnojení po-

II. Hodnoty pH v orničním profilu do 20 cm — pH values in the topsoil profile to 20 cm

Rok	Varianta		
	1	2	3
1961	6,7	6,9	6,3
1964	6,7	6,7	6,4
1968	6,9	6,9	6,5
1972	6,5	6,8	6,3
1976	6,6	6,8	6,0
1980	5,8	6,8	6,0

III. Obsah P a K v orničním profilu do 20 cm ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) — P and K content in the topsoil profile to 20 cm ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Rok	Varianta					
	1		2		3	
	P	K	P	K	P	K
1961	51,0	100,6	47,6	70,5	51,4	113,1
1964	46,6	66,8	38,2	76,8	50,5	90,9
1968	26,0	70,0	30,0	82,0	43,0	103,0
1972	19,5	91,2	28,2	83,5	43,2	130,2
1976	31,5	68,7	26,7	99,2	48,5	136,2
1980	14,0	73,0	28,2	86,2	52,0	134,2

klesl obsah přístupného fosforu za 20 let o $37 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Při hnojení v osevním postupu obsah fosforu rovněž poklesl, byl však podstatně vyšší, než na variantě bez hnojení.

Příznivý vliv organického hnojení se projevil i v obsahu přístupného draslíku, který byl oproti variantě bez hnojení vyšší, dosažený rozdíl však nebyl tak výrazný jako u fosforu.

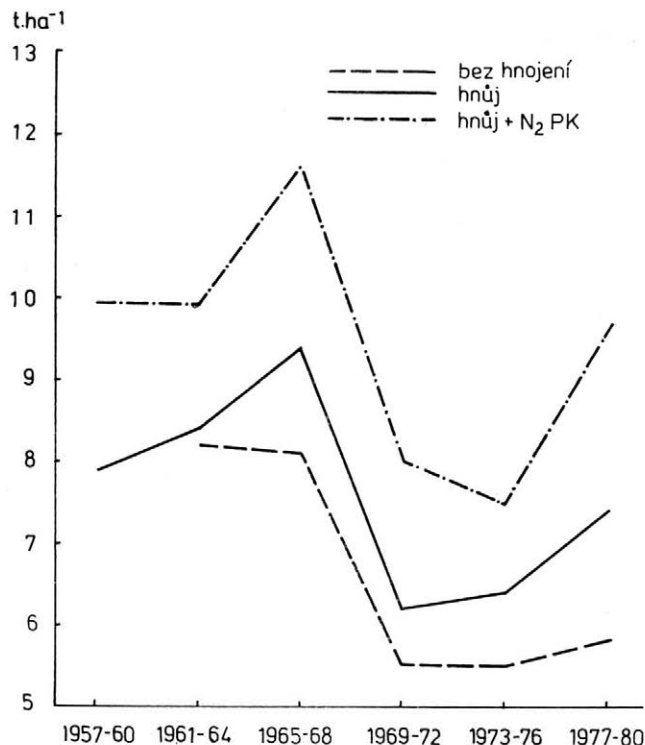
Při dlouhodobé aplikaci organominerálního hnojení v osevním postupu se výrazněji zvyšoval obsah přístupného draslíku, obsah přístupného fosforu se však podstatněji nezměnil.

Značnou pozornost jsme věnovali i sledování změn v obsahu humusu (tab. IV). V průměru 20letého období byl obsah humusu nejnižší na variantě bez organického hnojení (varianta 1). Při hnojení samotným hnojem se v rámci osevního postupu obsah humusu zvýšil v průměru o 0,09 % a na variantě s organominerálním hnojením zvýšení dosáhlo oproti variantě 1 0,18 %. Na variantě s organominerálním hnojením byl obsah humusu většinou nejvyšší i v jednotlivých čtyřletých obdobích.

IV. Obsah humusu v orničním profilu do 20 cm ($\%$) — Humus content in the topsoil profile to 20 cm ($\%$)

Rok	Varianta		
	1	2	3
1961	1,91	1,84	1,96
1964	1,90	1,99	2,08
1968	1,72	1,93	1,99
1976	1,97	2,20	2,22
1980	2,02	1,99	2,19
Průměr	1,90	1,99	2,08

1. Produkce celkové suché hmoty plodin v osevním postupu — The production of total dry matter of crops included in crop rotation



Při porovnání výchozího stavu obsahu humusu v roce 1960 se stavem za 20 let v roce 1980 došlo k vzestupu obsahu humusu u všech tří variant. Na variantě s organominerálním hnojením se obsah humusu zvýšil o 0,23 %, na variantě s organickým hnojením o 0,15 % a na variantě bez hnojení zvýšení dosáhlo 0,11 %. Zvyšování obsahu humusu dosahovalo ročně na variantě s organominerálním hnojením 0,01 %, na variantě se samotným organickým hnojením 0,007 % a na variantě bez hnojení 0,005 %.

V pokusu jsme sledovali u jednotlivých variant i výkonnost osevního postupu celkovou produkcí suché hmoty plodin ve čtyřletých průměrech v letech 1957—1980, při vynechání organického hnojení v letech 1960—1980. Tato produkce kolísala v závislosti na skladbě plodin, která se každé čtyři roky měnila.

Jak vyplývá z obr. 1, nejnižší produkce suché hmoty byla zaznamenána v průměru čtyřletých období u varianty bez organického hnojení. Samotným organickým hnojením se v osevním postupu produkce suché hmoty za celé pokusné období zvýšila o 0,8 t·ha⁻¹ tj. o 11 %. Při rozdílu 2,9 % v období 1961—1964 se v průměru dalších čtyřletých období tento rozdíl prohluboval, až dosáhl v období 1977—1980 11,9 %. Jak se prodlužovalo období bez organického hnojení, tím více se prohluboval rozdíl v produkci suché hmoty oproti organickému hnojení.

Kolísání produkce suché hmoty v jednotlivých obdobích odpovídalo rozdílnému zastoupení plodin v osevním postupu. Tak nejvyšší produkce suché hmoty dosažená v letech 1965—1968 odpovídala vyššímu zastoupení cukrovky a jednoletých píceň. Naproti tomu nejnižší produkce suché hmoty v období 1969—1972 byla dosažena při zařazování plodin s vysokým zastoupením zrnin.

Při vyšší intenzitě dusíkatého hnojení v osevním postupu (nad $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$) se zastoupením fyziologicky kyselých dusíkatých hnojiv na slabě kyselých až neutrálních půdách je důležité pravidelné organické hnojení a vápnění. Při nedostatečném přívodu organických látek a při nepravidelném vápnění dochází při vyšší intenzitě dusíkatého hnojení k okyselování půd, což se shoduje s údaji celé řady autorů (Baier, 1979; Knap, 1976). Při aplikaci fyziologicky kyselých dusíkatých průmyslových hnojiv pufrující vliv organických hnojiv nemůže i při pravidelném vápnění zabránit okyselování půd.

Výrazný pokles obsahu přístupného fosforu u varianty bez organického a minerálního hnojení ukazuje, že hnojení hnojem i přes jeho nízký obsah fosforu má příznivý vliv na zpřístupňování této živiny. Rovněž zvyšování obsahu přístupného draslíku v půdě při samotném organickém hnojení odpovídá vyššímu obsahu draslíku v hnoji a relativně nižšímu odběru draslíku v důsledku limitace výnosu suché hmoty schodkem dusíku.

Zvýšení obsahu humusu za 20leté období bez hnojení hnojem odpovídá pravidelnému střídání plodin včetně zařazování víceletých píceňin a periodickému vápnění. Dosažené výsledky se shodují s údaji Škardý a Damašky (1982), kteří snižování obsahu humusu v našich orných půdách přisuzují zejména nevyrované bilanci potřeby organických hnojiv, nízkému zastoupení víceletých píceňin v osevních postupech, nekvalitnímu zpracování půdy aj. V našich pokusech jsme prokázali, že při respektování zásad jinak řádného hospodaření na půdě bez přívodu statkových a průmyslových hnojiv při nízké produkci suché hmoty nedochází k poklesu obsahu humusu.

U všech sledovaných variant dlouhodobého pokusu jsme dosáhli toho, že převažovala humifikace nad mineralizací organické hmoty, což zdůrazňuje např. Káš (1964). Humifikace se zvyšovala při aplikaci organického a zvláště organominerálního hnojení. Samotné hnojení průmyslovými hnojivy při současném dostatečném organickém hnojení, při vhodném střídání plodin, vápnění a kvalitním zpracování půdy i při vysoké produkci suché hmoty působilo na obsah humusu pozitivně. Pokud dochází v provozních podmínkách ke snižování obsahu humusu, potom je to proto, že bylo narušeno některé, nebo více pravidel vyvážené soustavy hospodaření na půdě.

Rozdíl v produkci celkové suché hmoty v jednotlivých obdobích se u varianty bez hnojení oproti variantě s organickým hnojením rozšiřoval jako důsledek postupného snižování obsahu přístupných živin u varianty bez hnojení.

Je jistě pozoruhodné, že u varianty, která nebyla v průběhu 20 let hnojena organickými ani průmyslovými hnojivy, produkce suché hmoty dosáhla ještě 60 % výnosu varianty s organominerálním hnojením, což dokumentuje vysokou potenciální zásobu živin na těchto půdách.

Literatura

- BAIER, J.: Soustava hnojení polních plodin. Praha, SZN 1979.
 DUCHOŇ, F.: Agrochemie. Praha, ČSAZ, SZN 1959.
 KÁŠ, V.: Zemědělská mikrobiologie. Praha, SZN 1964.

KNOP, K.: Úvod k problematice. In: Sborník Rezervy ve výživě rostlin v souvislosti s úpravou půdní reakce. Praha, ČSAZ 1976.

KUDRNA, K.: Zemědělské soustavy. Praha, SZN 1979.

STRNAD, P.: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv v osevním postupu v řepařské oblasti. I. sdělení: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojiv na výrobnost osevního postupu (výsledky z let 1957—60). Rostl. Výroba, 9, 1963, č. 3-4, s. 287-298.

ŠKARDA, M. — DAMAŠKA, J.: Problém humusu v orné půdě ČSR. Úroda, 30, 1982, č. 7, s. 321-323.

Došlo dne 8. 11. 1982

СТРНАД, П. (Научно-исследовательская станция растениеводства, Часлав): Органическое удобрение в севообороте на деградированном черноземе. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 359-365.

Многолетний стационарный кормовой севооборот был заложен в Часлави в 1957 году. Регулярно все варианты обрабатываются известью и соблюдаются принципы уравнивающего чередования культур, включая многолетние кормовые и качественную обработку почвы. При приведенных условиях изучается дифференцированное удобрение. При одном органическом удобрении pH поддерживалось на одинаковом уровне. Без органического удобрения почвы несколько окислялись. Более высокий уровень органического удобрения (13 т/га в год) исключал отрицательное действие высоких доз минеральных удобрений на pH, при дозе навоза 7 т/га в год почвы начинали окисляться. На варианте абсолютно неудобренном и при одном только органическом удобрении со временем понижалось содержание фосфора в почве, однако сильнее на варианте без удобрения. Только одно органическое удобрение в среднем по севообороту повысило продукцию сухой массы культур на 11 %. Содержание гумуса в среднем по севообороту росло при органическом удобрении на 0,007 % в год, органо-минеральном удобрении на 0,01 %.

стационарный опыт; агрохимические свойства; содержание гумуса; урожай культур

STRNAD, P. (Research Station of Crop Production, Čáslav): Organic Fertilization in the Crop Rotation on Degraded Chernozem. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 359-365.

In 1957, a fertilizer experiment with a long-term stationary crop rotation was started in Čáslav. All variants have been limed regularly and the principles of the balanced crop rotation, including perennial fodder crops, as well as the high-quality soil treatment have been kept. Under these conditions, differentiated fertilizing has been studied. At the sole application of organic fertilizers, the pH value has been kept at the same level. The absence of organic fertilizers has led to the soil acidification. Higher application rates of organic fertilizers (13 t.ha⁻¹.year⁻¹) eliminated the negative effect of high levels of fertilizers on the pH value; the soil acidification was observed at the manure application rate of 7 t.ha⁻¹.year⁻¹. The P-content in the soil of the completely unfertilized variant and in the variant with the sole application of organic fertilizers decreased with the duration of the experiment; the decrease was more pronounced in the unfertilized variant. By the sole organic fertilization, the production of the dry matter of crops during the crop rotation increased on the average by 11 %. By organic fertilization, the content of humus increased annually by 0.007 %, by the combined organic and mineral fertilization by 0.01 %.

stationary trial; agrochemical properties; humus content; crop yields

Adresa autora:

Ing. Přemysl Strnad, CSc., Výzkumná stanice VÚRV, Sadová 1234, 286 01 Čáslav

Výběr z nových příspěvků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny

z oboru rostlinné výroby

Uvedené publikace je možno si vypůjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí až pátek od 9 do 18 hodin. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

FRITH, G. J. T. — POEPLER, M. B. — DALLING, M. J. C 24.089/156
Proteolytic enzymes in green wheat-leaves III. Inactivation of acid proteinase II by diazoacetyl-DL-norleucine methyl ester and 1,2-epoxy3-(p-nitrophenoxy)-propane.

Parkville, Univ. 1978. S. 819-824, gr. Repr. from Plant and cell physiol. 19. (Pšenice — listy — proteinázy — inaktivace — výzkum — Austrálie)

Ekologija semjan pšenicy. E 42.748
Moskva, Kolos 1981. 349 s., 23 obr., 74 tab. (Pšenice — zrno — ekologie — příručka)

Tyee winter wheat. D 31.707/841
Pullman (Washington), College of agriculture 1981. Nestr., tab. Extension bulletin 0841. (Pšenice ozimá — odrůdy — USA — Tyee)

SAVICKAJA, V. A. — SINICYN, S. S. — ŠIROKOV, A. I. E 42.755
Tverdaja pšenica v Sibiri.
Moskva, Kolos 1980. 184 s., 7 obr., 97 tab. (Pšenice trdá — pěstování — SSSR — oblast Sibiře a Uralu — příručka)

Cultura do trigo no estado do Paraná. D 67.908/22
Londrina (Paraná), Fundação instituto agronomico 1981. 126 s., obr., tab. Circular No 22. (Pšenice — pěstování — Paraná — výzkum — sborník)

HARVEY, G. Fot. 405/2
A scientific study of winter wheat.
Cambridge, Plant breeding institute (1980). 1 čb. fot., 4 s. text příl. (Pšenice ozimá — porosty — foto — Anglie)

F. Křišťan, J. Skala

KŘIŠŤAN, F. — SKALA, J. (Výzkumná stanice, Lukavec u Pacova): *Dlouhodobá účinnost organického hnojení na hnědé půdě*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 367-376.

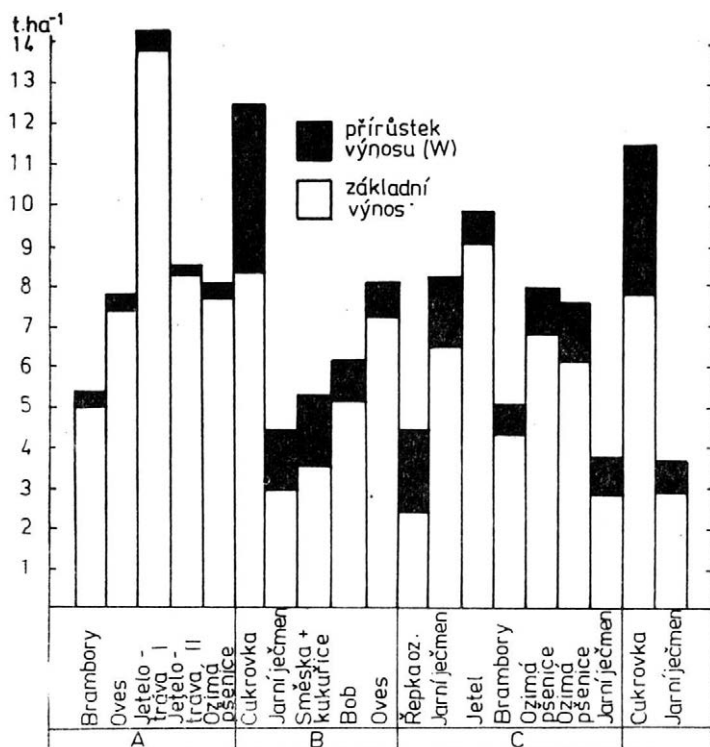
Ve stacionárním polním pokuse na hnědé hlinitopísčité půdě v bramborářském výrobním typu zvýšila průměrná dávka organických hnojiv (hnoje a slámy) $1,98 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ suché hmoty (tj. $1,44 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ organických látek a živin $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$: 50,1 N, 11,7 P, 53,9 K, 37,9 Ca) ve 25letém průměru za období 1956—1981 roční výrobnost osevního postupu v celkové produkci sušiny biomasy o 20,1 % ($1,26 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ W}$) a sušinu hlavního produktu o 19,2 % ($0,78 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ W}_p$). Na pravidelné organické hnojení v osevním postupu výrazně reagovaly plodiny přímo hnojené, většinou okopaniny, příp. jednoleté píce ($+39,7 \% \text{ W}$; $35,7 \% \text{ W}_p$), dále také obilniny ($+17,6 \% \text{ W}$; $26,7 \% \text{ W}_p$) a nejméně víceleté píce ($+4,6 \% \text{ W}$). Dodané živiny v organických hnojivech byly využity v průměru: N 32,7 %, P 35 %, K 54 %, Ca 10,8 %. Organické hnojení u většiny zařazených plodin podpořilo příjem fosforu i draslíku více než dusíku a hořčíku. Nevyužitý podíl živin z dodaných organických hnojiv zvýšil jejich přijatelnou zásobu v půdě, v průměru třech sledů plodin u fosforu o 5,18 až 10,14 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ půdy, u draslíku o 20,2 až 40,6 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ půdy. Zaoraná sláma ve srovnání s hnojem snižovala hodnotu pH/KCl i obsah přístupného draslíku v půdě.

hnědá půda; osevní postup; organické hnojení; hnůj; sláma; produkce suché hmoty; využití živin; agrochemické vlastnosti půdy

Organická hmota v půdě je nejen základní součástí půdy, která zejména ve formě půdního humusu sehraje výjimečnou roli při půdotvorných procesech, jako i při formování půdní úrodnosti, ale i zastává důležitý zdroj pro zvyšování energetické bilance naší planety (Hraško, 1981).

Na základě výzkumných výsledků posledních let je v souborných pracích (Novák, 1981; Škarda, 1981) podrobně rozebrána problematika organické hmoty ve vztahu k půdní úrodnosti. Stále se znovu potvrzuje, že význam organického hnojení pro tvorbu výnosů plodin stoupá se snižující se přirozenou úrodností půdy (Baier, Baierová, 1969; Škarda, Koula, 1972; Křišťan, 1973; Baier et al., 1982), zejména za zhoršených povětrnostních podmínek (Křišťan, 1978).

Dlouhodobé systematické organické hnojení, převážně hnojem, je možno hodnotit z více hledisek. V našem případě v odrazu na zvýšení produkce nadzemní biomasy živin a zlepšení agrochemických vlastností hnědé půdy. Nepostihujeme další zúrodňující vliv na půdu, podmiňující i zvýšené využití živin z průmyslových hnojiv.



1. Vliv organického hnojení na přírůstek výnosu celkové sušiny plodin při samotné aplikaci bez průmyslových hnojiv — The influence of organic fertilization on the yield increment of the total dry matter of crops at the sole application, no use of fertilizers

MATERIÁL A METODY

V dlouhodobém stacionárním osevním postupu (1956—1981) se sledoval vliv cyklického hnojení hnojem (1X slámou) na produkci sušiny biomasy a na agrochemické vlastnosti půdy u jednotlivých plodin zařazovaných na čtyřech honech, tzn. ve čtyřech po sobě jdoucích letech (obr. 1).

Stanoviště Lukavec, okres Pelhřimov, kraj jihočeský, semihumidní bramborářský výrobní typ, hlinitopísčité hnědá půda (HP) s pH 5,7, 27 mg·kg⁻¹ P, 155 mg·kg⁻¹ K, dlouhodobý průměr ročních srážek 685 mm, průměrná denní teplota v roce 7,3 °C, nadmořská výška 620 m. Uspořádání pokusu a agrotechnická opatření prováděná v průběhu sledování výživářského osevního postupu jsou podrobněji uvedena v protokolech o pokusech, uložených v archivu výzkumné stanice Lukavec. V pokuse je zařazeno 12 variant hnojení ve čtyřech opakováních, v tomto příspěvku se hodnotí pouze dvě varianty: 1. kontrola nehnojená, 2. varianta hnojená hnojem (1X slámou) ve dvou až čtyřletých intervalech podle náročnosti plodin (tab. I).

Pro zjištění produkce minerálů ve sklizené sušině se odebíraly vzorky rostlin nadzemní biomasy krátce před sklizní. Chemické rozborů těchto vzorků (stanovení obsahu N, P, K, Na, Ca a Mg) provedla Oblastní laboratoř ve Stříbře, a to standardními analytickými postupy (Hájek, 1973). Agrochemické rozborů vzorků půd odebraných po sklizni plodin zajistil Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský ve svých laboratořích podle běžně používaných metod agrochemického zkoušení půd.

VÝSLEDKY

VÝNOSY SUŠINY (obr. 1, tab. II)

Na kontrole nehnojené bylo dosaženo v průběhu 22 let u 19 sledovaných plodin ($\bar{\varnothing}$ 4 let) průměrného výnosu celkové sušiny (W) 6,28 t·ha⁻¹, z toho 4,06 t·ha⁻¹ činila sušina hlavního produktu (W_p). Pra-

I. Dodané živiny v hnoji a ve slámě — Nutrients supplied by manure and straw

Plodina	Rok	Dávka t. ha ⁻¹		N		P		K		Ca		Organické látky	
		původní hnojivo	sušina	%	kg. ha ⁻¹	%	kg. ha ⁻¹	%	kg. ha ⁻¹	%	kg. ha ⁻¹	%	kg. ha ⁻¹
Brambory	1959—1962	35	7,0	0,57	199,2	0,14	49,1	0,50	174,8	0,48	168,5	14,8	5196
Cukrovka	1964—1967	35	7,4	0,50	175,4	0,17	57,9	0,63	220,3	0,50	176,2	14,8	5179
Žito na zeleno	1966—1969	20	4,0	0,52	104,7	0,15	29,0	0,62	123,3	0,42	84,3	14,0	2792
Řepka ozimá	1969—1972	35	7,45	0,65	227,0	0,13	46,6	0,73	255,8	0,55	192,4	15,0	5236
Pšenice ozimá (sl.)	1974—1977	5	4,25	0,52	25,9 +50,0	0,09	4,7	0,96	48,0	0,16	8,1	82,0 ⁺	4100
Cukrovka	1976—1979	40	7,5	0,42	169,6	0,09	34,8	0,50	201,8	0,23	91,8	12,2	4875
Průměr ha. rok ⁻¹			1,98		50,1		11,7		53,9		37,9		1441

*) dle ŠKARDY 1979

pozn.: % v původní hmotě

II. Vliv organického hnojení v osevním postupu na produkci sušiny a živin u jednotlivých druhů plodin (průměry 4 až 16 let) — The influence of organic fertilization in crop rotation on the production of dry matter and nutrients in different crops (the mean values over the period of 4 to 16 years)

Plodina	Pokusné roky	Varianta	Produkce sušiny celkem (W) t. ha ⁻¹	Produkce sušiny hl. prod. (W _p) t. ha ⁻¹	Produkce živin kg. ha ⁻¹ . rok ⁻¹				
					N	P	K	Ca	Mg
Ozimá pšenice	(1963—66, 1973—76, 1974—77)	Hn O	7,93 6,91	3,13 2,71	93,7 82,9	17,9 13,7	63,3 48,7	11,2 11,1	10,2 9,5
		+	1,02	0,42	10,8	4,2	14,6	0,1	0,7
Jarní ječmen	(1965—68, 1970—73, 1975—78,	Hn O	5,08 3,88	2,17 1,45	54,4 38,9	11,8 8,6	50,4 37,4	10,7 7,7	6,0 5,2
		+	1,20	0,72	15,5	3,2	13,0	3,0	0,8
Oves	1977—80) (1960—63, 1968—71)	Hn O	7,98 7,39	2,48 2,13	74,9 57,5	19,9 14,8	96,2 59,3	12,7 8,7	7,6 6,9
		+	0,59	0,35	17,4	5,1	36,9	4,0	0,7
Brambory	(1959—62, 1972—75)	Hn O	5,20 4,71	5,20 4,71	98,6 89,9	15,3 13,7	125,0 117,8	42,5 39,2	12,0 10,5
		+	0,49	0,49	8,7	1,6	7,2	3,3	1,5
Cukrovka	(1964—67, 1976—79)	Hn O	12,03 8,12	8,59 6,05	117,5 82,7	20,8 13,2	232,5 158,3	35,8 25,9	35,0 25,6
		+	3,91	2,54	34,8	7,6	74,2	9,9	9,4
Jetel Jetelotráva	(1961—64, 1962—65, 1971—74)	Hn O	10,93 10,45	10,93 10,45	251,8 237,8	30,9 28,0	230,9 202,3	25,6 23,5	17,7 18,1
		+	0,48	0,48	14,0	2,9	28,6	2,1	—0,4
Bob	(1967—70)	Hn O	6,20 5,24	2,24 1,98	144,1 133,2	17,7 15,1	100,9 81,6	28,1 27,8	8,0 7,7
		+	0,96	0,26	10,9	2,6	19,3	0,3	0,3
Ozimá řepka	(1969—72)	Hn O	4,46 2,42	1,01 0,43	51,6 33,0	13,8 7,6	74,7 44,0	56,3 33,9	8,0 4,4
		+	2,04	0,58	18,6	6,2	30,7	22,4	3,6
Oz. směska (žito) + kukuřice na siláž	(1966—69)	Hn O	5,34 3,61	5,34 3,61	83,5 58,2	18,4 11,9	141,8 57,0	11,7 8,5	7,6 5,7
		+	1,73	1,73	25,3	6,5	84,8	3,2	1,9
Průměr	(1959—80)	Hn O	7,54 6,28	4,84 4,06	111,3 94,9	18,7 14,6	121,5 92,4	22,4 18,3	12,3 10,6
		+	1,26	0,78	16,4	4,1	29,1	4,1	1,7

videlné organické hnojení v osevním postupu znamenalo zvýšení o 1,26 t. ha⁻¹ celkové sušiny (+20,1 % W) a o 0,78 t. ha⁻¹ sušiny hlavního produktu (+19,2 % W_p).

Plodiny, k nimž byla organická hnojiva přímo aplikována, vykázaly přírůstky v průměru 38,7 % W_p a 35,7 % W_p. U následných plodin se dosáhlo zvýšení výnosu sušiny v průměru o 21,7 % W a o 37,8 % W_p. U dalších následných plodin (druhý až čtvrtý rok) činily relativní difference ve prospěch organicky hnojené varianty 6,3 až 9,3 %.

Vyhodnocení dlouhodobé aplikace organického hnojení v osevním postupu u jednotlivých druhů plodin ukázalo, kromě vysokého zvýšení výnosů u řepky ozimé, z okopanin především u cukrovky a u dvojice píce: ozimé žito na zeleno + kukuřice na siláž (plodiny většinou přímo hnojené hnojem), také výrazný účinek na výnosy obilnin (v průměru +17,6 % W, +26,7 % W_p). Ve srovnání s nehnojenou kontrolou reagoval na pravidelné organické hnojení v osevním postupu nejvíce jarní ječmen (+30,9 % W, +49,7 % W_p). V průběhu 22 let byl jarní ječmen zařazen čtyřikrát, z toho třikrát po hnojem hnojené plodině (1X řepka ozimá, 1X cukrovka), kde byl dosažen relativní přírůstek u hlavního produktu 47,3 až 59,1 %, jedenkrát po ozimé pšenici hnojené slámou s relativním přírůstkem výnosu hlavního produktu 35,3 %. Nejnižší relativní zvýšení výnosů vykazoval oves (po bramborách^{xx} +4,9 % W, +27 % W_p; po bobu +11,3 % W, +8,0 % W_p) a také ozimá pšenice (v průměru +14,8 % W, +15,5 % W_p), která ovšem byla většinou zařazována do poslední tratě po hnojem hnojené plodině, po jetelovinách. Nejméně reagovaly na pravidelné hnojení hnojem víceleté pícniny (jetel, jetelotráva), u nichž byl zjištěn nejnižší průměrný přírůstek sušiny (+4,6 % W). Naproti tomu u bobu byla varianta hnojená organicky výrazně výkonnější, zejména v produkci celkové sušiny (+18,3 % W).

Diferencujeme-li sledované období z časového hlediska na tři dílčí osevní sledy, pak průměrný přírůstek sušiny v důsledku organického hnojení v průběhu prvního pětiletého úseku činil 3,9 % W a 5,1 % W_p; ve druhém pětiletém osevním sledu 32,5 % W a 32 % W_p a v posledním sedmiletém období 23,1 % W a 21 % W_p.

PRODUKCE A VYUŽITÍ ŽIVIN (tab. II)

Se zvýšením produkce sušiny biomasy vlivem organického hnojení v průměru korespondují přírůstky u vápníku. Difference mezi relativními přírůstky živin a sušiny (W) se zjistily u fosforu (+8 %), u draslíku (+11,4 %), u dusíku (−2,8 %), u hořčíku (−3,6 %).

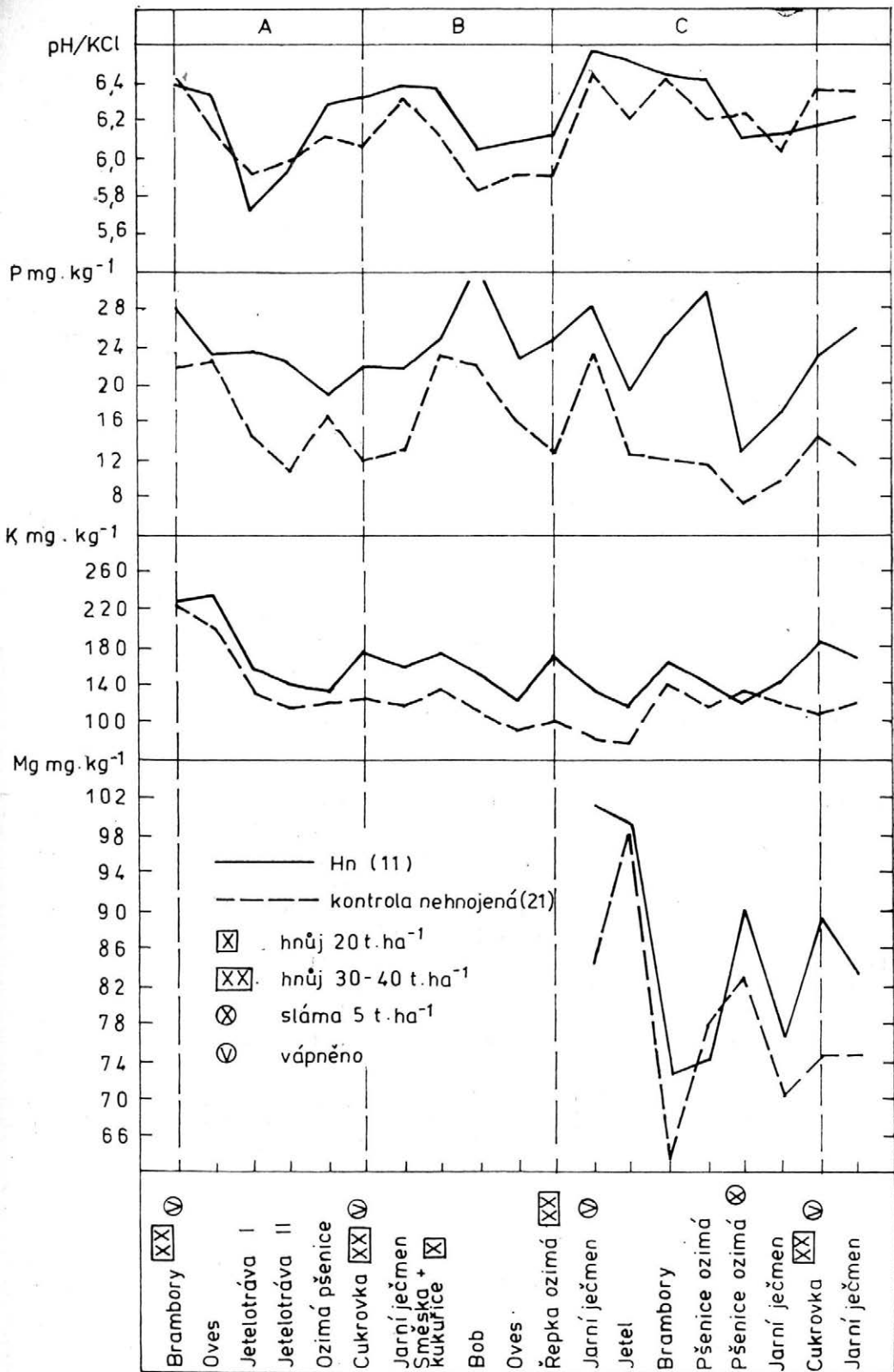
V absolutních hodnotách to znamená, že v důsledku organického hnojení odebraly rostliny sklizní v průměru ročně více o 16,4 kg N; 4,1 kg P; 29,1 kg K; 4,1 kg Ca a 1,74 kg Mg (tab. II). Organické hnojení zvýšilo příjem fosforu a draslíku v poměru k dusíku u ozimé pšenice, ovsa, cukrovky, dvojice pícnin ozimé žito + kukuřice na siláž a bobu. U řepky ozimé, která zaznamenala nejvyšší relativní zvýšení produkce sušiny biomasy, působilo organické hnojení výrazně na zvýšení příjmu všech sledovaných živin i v poměru k dusíku.

Provedená bilance živin ukázala (tab. III), že systematicky dodá-

III. Balance sušiny a živin — The balance of dry matter and nutrients

	Sušina t. ha ⁻¹ .rok ⁻¹	kg. ha ⁻¹ . rok ⁻¹			
		N	P	K	Ca
Osevní sled A: brambory ⁺⁺ ; oves; jetelotráva I; jetelotráva II; ozimá pšenice (40 % obilniny, 40 % pícniny, 20 % okopaniny)					
Dodáno v organických hnojivech	1,40	39,8	9,8	35,0	33,7
Přírůstkem výnosu získáno	0,33	10,0	2,2	7,4	1,9
Nevyčerpaný rozdíl	—	29,8	7,6	27,6	31,8
Využití	—	25 %	22 %	21 %	5,7 %
Ø vzestup živin v půdě pH +0,008; +5,18 mg P.kg ⁻¹ ; +20,2 mg K.kg ⁻¹					
Osevní sled B: cukrovka ⁺⁺ ; jarní ječmen; ozimá směska + kukuřice silážní ⁺ ; bob; oves (40 % obilniny, 20 % luskoviny, 20 % pícniny, 20 % okopaniny)					
Dodáno v organických hnojivcech	2,28	56,0	17,4	68,7	52,1
Přírůstkem výnosu získáno	1,80	20,2	5,6	53,7	4,0
Nevyčerpaný rozdíl	—	35,8	11,8	15,0	48,1
Využití	—	36 %	32 %	78 %	8 %
Ø vzestup živin v půdě pH +0,178; +9,4 mg P.kg ⁻¹ ; +40,6 mg K.kg ⁻¹					
Osevní sled C: řepka ozimá ⁺⁺ ; jarní ječmen; jetel; brambory; pšenice ozimá; pšenice ozimá ⁺ ; jarní ječmen 57,1 % obilniny, 14,3 % pícniny, 14,3 % okopaniny, 14,3 % olejnin)					
Dodáno v organických hnojivech	1,67	43,3	7,3	43,4	28,6
Přírůstkem výnosu získáno	1,27	16,1	4,0	24,0	5,1
Nevyčerpaný rozdíl	—	27,2	3,3	19,4	23,5
Využití	—	37 %	54 %	55 %	18 %
Ø vzestup živin v půdě pH +0,113; +10,14 mg P.kg ⁻¹ ; +33,3mg K.kg ⁻¹					
Celkem 1959—1980: 47,4 % obilniny; 5,3 % luskoviny; 5,3 % olejnin; 5,3 % jednoleté pícniny; 15,7 % víceleté pícniny; 21 % okopaniny					
Dodáno v organických hnojivech	1,98	50,1	11,7	53,9	37,9
Přírůstkem výnosu získáno	1,26	16,4	4,1	29,1	4,1
Nevyčerpaný rozdíl	—	33,7	7,6	24,8	33,8
Využití %	—	32,7	35,0	54,0	10,8
Ø vzestup živin v půdě pH +0,072; +8,76 mg P.kg ⁻¹ ; +35,2 mg K.kg ⁻¹					

vané živiny v organických hnojivech se výrazně uplatnily v jejich odběru rostlinami. V průměru bylo zjištěno nejvyšší využití u draslíku (54 %). Využití dodaného fosforu stoupalo během sledovaných let a v průměru osevních sledů dosáhlo hodnot: 22 % u osevního sledu A, v osevním sledu C až 54 %.



2. Vliv organického hnojení na agrochemické vlastnosti hnědé půdy — The influence of organic fertilization on agrochemical properties of brown forest soil

Hnojení hnojem mělo téměř jednoznačně kladný vliv na sledované hodnoty. Hnojení slámou snížilo hodnotu pH/KCl i obsah přístupného draslíku v půdě pod úroveň nehnojené kontroly.

Kolísání hodnot v průběhu sledovaných let — čtyřletých průměrů — vyvolané druhem pěstované plodiny i rozdílnou povětrností, probíhalo při celkem stejných rozdílech křivek u draslíku, avšak u fosforu se postupem let zvyšují difference mezi nehnojenou kontrolou a variantou hnojenou organicky.

Dále je patrná souvislost mezi využitím živin (%) z organických hnojiv na tvorbu výnosu u jednotlivých plodin a obsahem přístupných živin v půdě. S vyšším využitím živin rostlinami klesá obsah přístupných živin v půdě a naopak.

DISKUSE

Výsledky pokusů v průběhu 22 let potvrdily vysokou účinnost organického hnojení v horších půdně-klimatických podmínkách bramborařského výrobního typu.

Průměrná roční dávka 1,98 t.ha⁻¹ suché hmoty organických hnojiv (hnůj, sláma) zajistila přísun 1,44 t organických látek, 50,1 kg N, 11,7 kg P, 53,9 kg K a 37,9 kg Ca do půdního prostředí. Dotace do půdy se výrazně odrazila ve zvýšení produkce celkové sušiny biomasy o 20,1 % (1,26 t.ha⁻¹.rok⁻¹); ve zvýšení produkce sušiny hlavního produktu o 19,2 % (0,78 t.ha⁻¹.rok⁻¹). Takto vyjádřená účinnost samotného organického hnojení je vyšší než údaje zjištěné na řepařské hnědozemí — 12 % (Pařízek et al., 1977). Také průměrné využití fosforu (35 %) a draslíku (54 %) ze statkových hnojiv je vyšší, naproti tomu u dusíku (32,7 %) odpovídá hodnotám uváděným pro řepařský výrobní typ. Souvisí to s nižší výchozí přirozenou zásobou živin v půdě (P), i s jejím výrazným poklesem během trvání pokusu (P, K).

Uvedené využití dodaného dusíku ve statkových hnojivech dosahuje 58 %, fosforu 186 % a draslíku 107 % využití těchto živin z průmyslových hnojiv (Křišťan, Skala, 1979) na stejném stanovišti při plném organominerálním hnojení.

Aktivní bilance živin přispěla k udržení vyšší úrovně zásoby živin v půdě, u fosforu v průměru o 8,76 mg.kg⁻¹ půdy, u draslíku o 35,2 mg.kg⁻¹ půdy.

Snížení hodnoty pH po zaorávce slámy ve srovnání s hnojením hnojem i nehnojenou kontrolou odpovídá závěrům Křišťana (1974).

Literatura

- BAIER, J. — BAIEROVÁ, V.: Vliv organického hnojení a průmyslových hnojiv na výrobnost osevniho postupu na illimerizované hnědozemí. In: Sborník, vědecké sympozium o organických hnojivech, Vysoké nad Jizerou, 1969.
BAIER, J. — JELÍNEK, K. — STRNAD, P. — KRÍŠŤAN, F.: Vliv hnojení hnojem k předplodině krycí plodiny a PK-hnojení ke krycí plodině na výnos a odběr živin u jetele lučního. Rostl. Výroba, 28, 1982, č. 1, s. 13-19.

HÁJEK, J.: Zkušenosti s anorganickými rozborů rostlin v chemické laboratoři. *Agrochémia*, 13, 1973, č. 7, s. 190-191.

HRÁSKO, J.: Úvod. *Sborník ČSAZ Organická hnojiva při zúrodnování půdy a ve výživě rostlin*, 1981.

KŘISTAN, F.: Účinek hnoje na výnosy a na příjem živin u žita ozimého na zeleno. *Agrochémia*, 13, 1973, č. 3, s. 69-72.

KŘISTAN, F.: Výzkum vhodně soustavy hnojení na orných půdách s nižší základní úrodností. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1974.

KŘISTAN, F.: Úrodnost půdy a vliv počasí na změny v produkční schopnosti plodin a stanovišť. In: *Sborník z II. celost. semináře o ekologii polních plodin „Rostlinná výroba a počasí“*, Hradec Králové 28.—29. 11. 1978.

KŘISTAN, F. — SKALA, J.: Produkce sušiny biomasy a agrochemické vlastnosti hnědé půdy při různém hnojení v období 20 let (1957—1977). *Rostl. Výroba*, 25, 1979, č. 2, s. 129-142.

NOVÁK, B.: Organická hmota a půdní úrodnost. In: *Sborník ČSAZ Organická hnojiva při zúrodnování půdy a ve výživě rostlin*, 1981, s. 5.

PAŘÍZEK, I. — VÁCHA, J. — ŠKARDA, M.: Dlouhodobá účinnost hnoje a kompostu na řeparské hnědozemí. *Rostl. Výroba*, 23, 1977, č. 9, s. 933-941.

ŠKARDA, M.: Úloha organických hnojiv při intenzifikaci rostlinné výroby v 7. pětiletce. In: *Sborník ČSAZ Organická hnojiva při zúrodnování půdy a ve výživě rostlin*, 1981, s. 15.

ŠKARDA, M. — KOULA, J.: Účinnost statkových hnojiv v soustavě hnojení. *Rostl. Výroba*, 18, 1972, č. 11, s. 1221-1233.

Došlo dne 8. 11. 1982

КРЖИШТЯН, Ф. — СКАЛА, Я. (Исследовательская станция, Лукавец у Пацова): Многолетний эффект органического удобрения на бурой почве. *Rostl. Výroba*, 29, 1983 (4): 367-376.

V stacionárním poleovém опыте на бурой суглинистой почве в картофелеводческом производственном типе средняя доза органических удобрений (навоз и солома) 1,98 т/га в год сухой массы (т.е. 1,44 т/га органических веществ и питательных веществ кг/га: 50,1 N, 11,7 P, 53,9 K, 37,9 Ca) в среднем за 25 лет (1956—1981) повысила продуктивность севооборота в общей продукции сухого вещества биомассы на 20,1 % (1,26 т/га W) и сухого вещества основного продукта на 19,2 % (0,78 т/га W_p). На регулярное органическое удобрение в севообороте явно реагировали культуры непосредственно удобряемые, чаще всего пропашные, или же однолетние кормовые (+39,7 % W; 35,7 % W_p), далее также зерновые (+17,6 % W; 26,7 % W_p) и меньше всего многолетние кормовые (+4,6 % W). Внесенные питательные вещества в органических удобрениях использовались в среднем: N 32,7 %, P 35 %, K 54 %, Ca 10,8 %. Органическое удобрение у большинства включенных культур поддерживало усвоение фосфора и калия больше, чем азота и магния. Неиспользованная доля питательных веществ из внесенных органических удобрений повысила их усвояемый запас в почве в среднем трех ротаций культур у фосфора на 5,18—10,14 мг/кг грунта, у калия на 20,2—40,6 мг/кг грунта. Заделанная солома по сравнению с удобрением понижала значение pH/KCl, а также содержание доступного калия в почве.

бурая почва; севооборот; органическое удобрение; навоз; солома; продукция сухого вещества; использование питательных веществ; агрохимические свойства почвы

KŘISTAN, F. — SKALA, J. (Research Station, Lukavec u Pacova): *The Long-term Efficiency of Organic Fertilizing on the Brown Forest Soil*. *Rostl. Výroba*, 29, 1983 (4): 367-376.

In the stationary field trial on the brown loam-sand soil in the potato production region, the mean application rate of organic fertilizers (manure + straw), amounting to 1.98 t·ha⁻¹·year⁻¹ of dry matter (i. e. 1.44 t·ha⁻¹ of organic substances and nutrients /kg·ha⁻¹/ 50.1 N, 11.7 P, 53.9 K, 37.9 Ca), increased on the twenty-five-year average (1956—1981) the annual productivity of crop rotation as follows: the total production of biomass dry matter by 20.1 % (1.26 t·ha⁻¹ W) and the production of the main product dry matter by 19.2 % (0.78 t·ha⁻¹ W_p). A marked response to regular organic fertilization was observed in the directly fertilized crops, mainly in the root crops and one-year fodder crops (+39.7 % W; 35.7 % W_p), then in cereals

(+17.6 % W; 26.7 % W_p); the weakest response was found with the perennial fodder crops (+4.6 % W). The average utilisation of nutrients supplied by organic fertilizers was as follows: N 32.7 %, P 35 %, K 54 %, Ca 10.8 %. Organic fertilization promoted the uptake of phosphorus and potassium more than the uptake of nitrogen and magnesium in most crops. The unutilised proportion of nutrients from organic fertilizers increased their available reserve in the soil; the average increase over the three crop rotations was as follows: phosphorus by 5.18 to 10.14 mg.kg⁻¹ of soil, potassium by 20.2 to 40.6 mg K.kg⁻¹ of the soil. In comparison with the application of manure, the ploughed-in straw decreased the pH/KCl value and the content of available potassium in soil.

brown forest soil; crop rotation; organic fertilization; manure; straw; production of dry matter; utilisation of nutrients; agrochemical soil properties

Adresa autorů:

Ing. František Křišťan, CSc., ing. Jan Skala, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha - Ruzyně, Výzkumná stanice rostlinné výroby, 394 26 Lukavec u Pacova

DLOUHODOBÁ ÚČINNOST HNOJE V ŘEPAŘSKÉM OSEVNÍM POSTUPU NA TĚŽKÉ HNĚDOZEMI

M. Škarda

ŠKARDA, M. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Dlouhodobá účinnost hnoje v řepářském osevním postupu na těžké hnědozemi*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 377-386.

V roce 1955 byl založen trvalý polní pokus na řepářské jílovitohlinité hnědozemi. Při průměrném tříletém cyklu organického hnojení byla vyhodnocena 25letá účinnost průměrné roční dávky $6,1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ kvalitního hnoje (s 23,8 % sušiny a 0,56 % N) a její pozitivní vliv na hrubou produkci a výnos suché hmoty plodin, agrochemické vlastnosti půdy, odběr živin rostlinou, výrobní a výnosový efekt rostlinami odebraného dusíku, ekonomickou efektivnost hnojení i na účinnost minerálního hnojení s neúčinnější průměrnou roční dávkou $67 \text{ N} + \text{PK kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Jsou uvedeny neúčinnější dávky dusíku v průmyslových hnojivech na bázi hnoje u jednotlivých plodin osevního postupu. Při dávce $1,1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ organických látek ve hnoji je bilance potřeby organických látek a jejího krytí vyrovnaná. Byla prokázána významná účinnost vojtěšky při jejím 22% zastoupení v osevním postupu. Ani o 70 % větší dávka hnoje ($= 10,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$) nemůže její funkci v osevním postupu bez víceletých píceň nahradit.

průmyslová hnojiva; jílovitohlinitá hnědozem; hrubá produkce; výnos suché hmoty plodin; agrochemické vlastnosti půdy; odběr živin rostlinou; výrobní a výnosový efekt N; bilance organických látek; ekonomická efektivnost hnojení; vojtěška

Hnůj, nejrozšířenější organické hnojivo, je po posklizňových zbytcích, kořenové hmotě a exudátech hlavním dodavatelem organických látek do půdy a největší měrou se podílí na jejím zúrodnění (Asmus, Herrman, 1977; Škarda, 1978; Eich et al., 1982).

Prověřovat dlouhodobou účinnost hnoje ve stacionárních polních pokusech v různých výrobních podmínkách je rozhodujícím úkolem výzkumu, aby tak byla zaručena přesnost a objektivnost dosažených výsledků realizovaných v zemědělské praxi. Většina autorů, tuzemských i zahraničních (např. Škarda, Koula, 1972; Heissig et al., 1977; Görlitz, Asmus, 1981; Pařízek et al., 1977; Škarda, Žďárek, 1977; Asmus, Görlitz, 1981; Schnieder, 1981; Škarda, Jokešová, 1982) se sice shodují ve tvrzení, že nejlepším hnojařským opatřením pro zvýšení výnosů plodin a půdní úrodnosti je společné organominerální hnojení na bázi hnoje, kejdy a slámy, ale je třeba získané poznatky stále doplňovat a zpřesňovat dlouhodobými výsledky. Tuto cestu jsme nastoupili již v roce 1954.

A tak můžeme do tohoto sdělení použít výsledky o dlouhodobé činnosti hnoje z nejstaršího stacionárního polního pokusu s touto problematikou v ČSSR.

MATERIÁL A METODY

Dlouhodobý pokus pro ověření účinnosti hnoje a průmyslových hnojiv jsme založili v roce 1955 na pozemcích VÚRV Praha - Ruzyně ve výrobním typu řepářském (subtyp ječný), na jílovitohlinité hnědozemí v nadmořské výšce 345 m. Hodnoty v Orh:

$T = 186 \text{ mekv. kg}^{-1}$, $S = 184 \text{ mekv. kg}^{-1}$, $V = 95 \%$, $pH = 7,0$, $P = 66 \text{ mg. kg}^{-1}$, $K = 188 \text{ mg. kg}^{-1}$, $0,3 \%$ CaCO_3 , obsah humusu $2,02 \%$.

Meteorologické podmínky:

průměrné roční srážky 487 mm,
průměrná roční teplota $7,7^\circ\text{C}$ (1956—1980).

Osevní postup:

45% obilnin, 33% okopanin, 22% píce
(Vj, Vj, Pš, Cu, Jč, Br, Pš, Cu, Jč).

Hnojení:

- a) organické hnojení:
0 (nehnojeno), Hn (hnůj),
- b) minerální hnojení:
0 (nehnojeno), $\text{N}_1\text{P}_1\text{K}_1$, $\text{N}_3\text{P}_2\text{K}_2$ (vybrané varianty).

Dávky hnojiv (roční průměr):

- a) statkových:
 $\text{Hn} = 6,1 \text{ t. ha}^{-1}$ ($1,1 \text{ t. ha}^{-1}$ organických látek, 35 kg N, 10 kg P, 35 kg K, 10 kg Na, 35 kg Ca, 5 kg. ha^{-1} Mg),
- b) průmyslových:
 $\text{N}_1\text{P}_1\text{K}_1 = 42 \text{ kg N, } 27 \text{ kg P, } 101 \text{ kg. ha}^{-1} \text{ K,}$
 $\text{N}_3\text{P}_2\text{K}_2 = 67 \text{ kg N, } 36 \text{ kg P, } 143 \text{ kg. ha}^{-1} \text{ K.}$

V devítihonném osevním postupu hnojíme hnojem cukrovku ($2X$ à 21 t. ha^{-1}) a brambory ($1X$ à 15 t. ha^{-1}) při průměrném tříletém cyklu organického hnojení. V celém osevním postupu spotřebujeme 80 t chlévské mrvy, po ca 30% ztrátách při skladování celkem 57 t hnoje.

Chlévskou mrvu skladujeme šest měsíců v bloku. Hnojem hnojíme v poslední dekádě září až v první dekádě října.

Fosforečnými a draselnými průmyslovými hnojivy hnojíme každoročně na podzim.

Dusíkatými hnojivy hnojíme před setím a během vegetace všechny plodiny, kromě vojtěšky.

V příspěvku jsme vyhodnotili hlavní ukazatele výživy a hnojení rostlin: hrubou produkci, výnos suché hmoty plodin, odběr živin rostlinou, výnosový a výrobní efekt rostlinami odebraného dusíku, agrochemické vlastnosti půdy, bilanci organických látek a ekonomickou efektivnost hnojení.

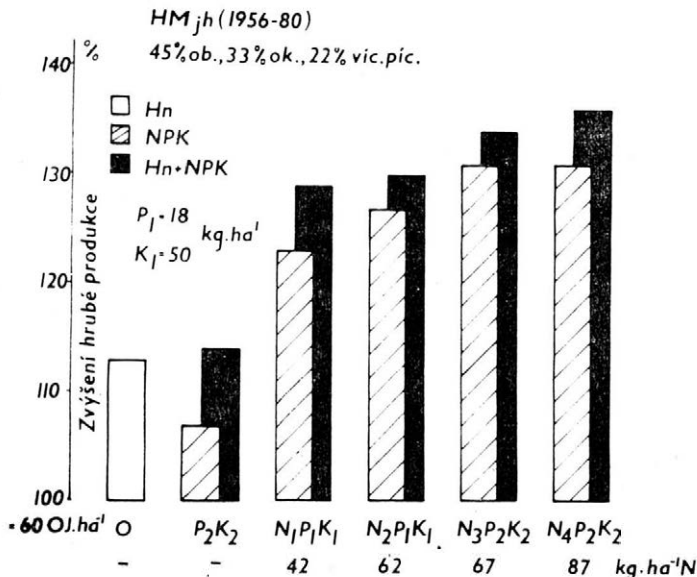
VÝSLEDKY

HRUBÁ PRODUKCE A VÝNOS SUCHÉ HMOTY PLODIN

Hnůj v průměrné roční dávce $6,1 \text{ t. ha}^{-1}$ zvýšil za 25 let své účinnosti hrubou produkci, resp. výnos suché hmoty plodin o 13, resp. 12 % vůči nehnojené kontrole (tab. I). Během celého období 1956—1980 dosáhlo toto zvýšení v šesti dílčích obdobích I. — VI. těchto hodnot (%):

I. 1956—60	II. 61—64	III. 65—68	IV. 69—72	V. 73—76	VI. 77—80
9	10	11	19	16	15

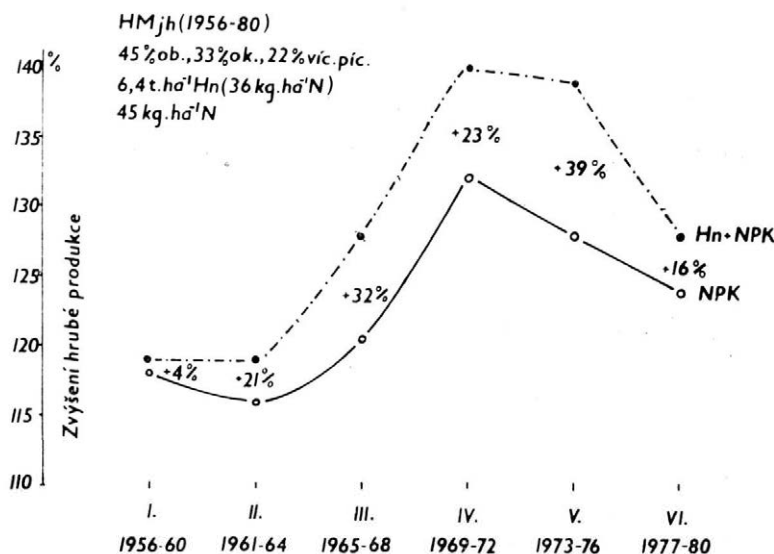
1. Vliv hnoje (Hn) a průmyslových hnojiv (NPK) na zvýšení hrubé produkce v klasickém řepářském osevním postupu s 22% zastoupením vojtekšky na hnědozemí (HM) (období 1956—1980) — The influence of manure (Hn) and fertilizers (NPK) on the gross production increase in traditional beet crop rotation with 22% proportion of alfalfa on the gray-brown podzolic soil (HM) (1956—1980)



I. Hrubá produkce a výnos suché hmoty (25letý průměr za období 1956—1980) — Gross production and dry matter yield (twenty-five-year average, 1956—1980)

Varianty hnojení	Hrubá produkce		Výnos suché hmoty	
	OJ.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%
O	59,9	100	7,2	100
N ₁ P ₁ K ₁	73,9	123	8,9	123
N ₃ P ₂ K ₂	78,6	131	9,4	130
Hn	67,8	113	8,1	112
Hn + N ₁ P ₁ K ₁	77,2	129	9,2	127
Hn + N ₃ P ₂ K ₂	80,2	134	9,6	133

2. Vliv hnoje (Hn) na účinnost průmyslových hnojiv v klasickém řepářském osevním postupu podle dílčích období (pokusné období 1956—1980) — The influence of manure (Hn) on the effectiveness of fertilizers in traditional beet crop rotation, divided into partial periods (experimental period 1956—1980)



Tuto příznivou účinnost hnoje podtrhuje ještě skutečnost, že na nehnojených kontrolách byla hrubá produkce, resp. výnos suché hmoty plodin, kromě V. dílčího období = 48,9 OJ . ha⁻¹, resp. 6,1 t . ha⁻¹ (extrémní sucho), v dalších čtyřech dílčích obdobích (II., III., IV. a VI) = 56,2 až 72,9 OJ . ha⁻¹, resp. 7,3 až 8,1 t . ha⁻¹ vyšší než v I. dílčím období = 54,8 OJ . ha⁻¹, resp. 7,3 t . ha⁻¹. Tuto skutečnost potvrzuje i průměrná hrubá produkce 59,9 OJ . ha⁻¹ za celé pokusné období na nehnojených kontrolách, která je o 10 % vyšší než hrubá produkce v I. dílčím období (obr. 3).

Na celkové účinnosti hnoje za celé pokusné období se přímé působení podílí 45 % a následně 55 %.

Použití dávky průmyslových hnojiv 42 a 67 N + PK kg . ha⁻¹ zvýšily hrubou produkci, resp. výnos suché hmoty plodin o 23 a 31, resp. 30 % vůči nehnojeným kontrolám (tab. I). Hnůj s dávkou 35 kg . ha⁻¹ N dosahuje za celý osevní postup 92 %, resp. 86 % účinnosti tohoto minerálního hnojení.

Další stupňování dávky dusíku v průmyslových hnojivech ze 42 a 67 kg . ha⁻¹ N (agrotechnika A, hodnocená v tomto příspěvku) na 62 a 87 kg . ha⁻¹ N (agrotechnika B) nebylo již efektivní (obr. 1).

Hnůj zvyšuje účinnost průmyslových hnojiv. Společné organominerální hnojení je také nejúčinnější (tab. I). Vliv hnoje na účinnost průmyslových hnojiv je v průběhu pokusného období dokumentován u dávky 42 kg . ha⁻¹ N podle jednotlivých dílčích období (obr. 2).

BILANCE ORGANICKÝCH LÁTEK

Tato bilance je vyrovnaná. Normativní potřeba organických látek, stanovená podle zrnitostního složení půdy a zastoupení hlavních druhů plodin v osevním postupu, jež má být uhrazena stájovými hnojivy, 1,05 t . ha⁻¹, je dávkou 1,1 t . ha⁻¹ v hnoji kryta na 105 %.

AGROCHEMICKÉ VLASTNOSTI PŮDY

Hnůj, při samotné aplikaci i při společném hnojení s průmyslovými hnojivy, příznivě ovlivňuje sledované agrochemické vlastnosti půdy. Zvyšuje obsah přístupných P, K a Mg-živin v půdě a eliminuje negativní vliv průmyslových, zvláště dusíkatých hnojiv na hodnoty pH. Jeho vlivem vzrůstá i obsah humusu a N_t v půdě a to jak při jeho samotné aplikaci, tak i při společném hnojení průmyslovými hnojivy (tab. II).

ODBĚR ŽIVIN ROSTLINOU

Odběr živin rostlinou je v jednotlivých variantách hnojení poměrně velmi vyrovnaný a v příznivé relaci. Odběr živin sleduje trend stupňovaných dávek živin, což dokazuje vysoce průkazná korelace, např. u dusíku podle Spearmanova testu pořadové korelace ($r = 0,8571$; $t_{0,01} < 4,07 < t_{0,001}$). Celkově však odběr dusíku stoupá v závislosti na stupňovaných dávkách hnojiv pomaleji, ale odběr fosforu a draslíku rychleji než zvýšení hrubé produkce nebo přírůstek výnosu suché hmoty plodin (tab. III), což je výhodné.

V ročním průměru se na maximálním odběru živin ($Hn + N_3P_2K_2 = 100 \%$) podílí půda u dusíku ze 77 %, u fosforu ze 73 % a u draslíku

II. Agrochemické vlastnosti, obsah humusu a N_t v hnědozemi (25letý průměr za období 1956—1980) — Agrochemical properties, the content of humus and N_t in gray-brown podzolic soil (twenty-five-year average for the years 1956—1980)

Varianty hnojení	pH	P	K	Mg	Humus	N_t
	(KCl)		mg.kg ⁻¹		%	%
O	6,75	46	111	86	1,96	0,12
N ₁ P ₁ K ₁	6,57	58	138	81	1,99	0,13
N ₃ P ₂ K ₂	6,58	63	152	81	2,01	0,12
Hn	6,88	56	139	102	2,18	0,13
Hn + N ₁ P ₁ K ₁	6,71	67	169	98	2,16	0,13
Hn + N ₃ P ₂ K ₂	6,61	71	186	103	2,17	0,14

III. Odběr NPK-živin rostlinou (25letý průměr za období 1956—1980) — NPK-nutrient uptake by the plant (twenty-five-year average, 1956—1980)

Varianty hnojení	Odběr živin			Poměr živin (N = 100)	
	N	P	K	P	K
	kg.ha ⁻¹			%	
O	128	19	85	15	66
N ₁ P ₁ K ₁	148	23	115	16	78
N ₃ P ₂ K ₂	164	25	133	15	81
Hn	138	21	100	15	72
Hn + N ₁ P ₁ K ₁	153	24	130	16	85
Hn + N ₃ P ₁ K ₁	166	26	142	16	86

IV. Využití, výrobní a výnosový efekt rostlinami odebraného dusíku (25letý průměr za období 1956—1980) — Conversion, the production and yield effect of nitrogen uptaken by plants (twenty-five-year average, 1956—1980)

Varianty hnojení	Využití N	Výrobní	Výnosový
		efekt N	
	%	OJ.kg N ⁻¹	kg.kg N ⁻¹
O	—	0,47	56
N ₁ P ₁ K ₁	50	0,50	60
N ₃ P ₂ K ₂	55	0,48	57
Hn	29	0,49	59
Hn + N ₁ P ₁ K ₁	33	0,50	60
Hn + N ₃ P ₂ K ₂	38	0,48	58

ze 60 %. Hnojení ovlivnilo výrazněji odběr draslíku (+ 67 %) než odběr dusíku (+ 30 %) a fosforu (+ 37 %). Poměr N : P kolísá ve velmi úzkém rozpětí 100 : 15 až 16, poměr N : K = 100 : 66 až 86. Se zvyšovanými dávkami živin, s rostoucí hrubou produkcí a přírůstkem výnosu suché hmoty, stoupá odběr draslíku (až o 20 %) a klesá odběr dusíku (až o 10 %) na 1 kg odebraného P. Pro úplnost činil poměr dodaných NPK-živin v hnojivech, u hnoje 100 : 29 : 100 a u průmyslových hnojiv 100 : 64, resp. 54 : 240, resp. 213.

Spotřeba živin na 1 OJ je v hlavních variantách hnojení velmi vyrovnaná a dosahuje v ročním průměru za celé 25leté období (kg . ha⁻¹ NPK) :

nehnojená kontrola	2,07;	0,32;	1,42
hnůj	2,04;	0,31;	1,47
N ₃ P ₂ K ₂	2,09;	0,32;	1,69
Hn + N ₃ P ₂ K ₂	2,07;	0,32;	1,77

Hodnotí-li se přírůstek odběru NPK-živin rostlinou vůči nehnojené kontrole, dosahuje u hnoje využití dodaného dusíku 29 %, fosforu 20 % a draslíku 43 %. Z průmyslových hnojiv využívají rostliny dusík z 50 až 55 %, fosfor z 15 až 17 % a draslík ze 30—34 %. Využití dusíku z hnoje je o 20 až 30 % nižší, avšak fosforu o 18 až 33 % a draslíku o 26 až 43 % vyšší než u dávky N₁P₁K₁ a N₃P₂K₂ v průmyslových hnojivech. Při společném organominerálním hnojení je využití živin nižší než při samotné aplikaci průmyslových hnojiv (tab. IV).

V 6,1 t hnoje, s obsahem 35 kg N, 10 kg P a 35 kg K, je na tvorbě výnosu plodin bezprostředně účinných (v přímém i následném působení) 10 kg N + 2 kg P + 15 kg K.

VÝROBNÍ A VÝNOSOVÝ EFEKT ROSTLINAMI ODEBRANÉHO DUSÍKU

Z tab. IV vyplývá příznivý výrobní a výnosový efekt rostlinami odebraného dusíku. Při hnojení hnojem, průmyslovými hnojivy a při organominerálním hnojení je vyšší než na nehnojených kontrolách. Samotný hnůj dosahuje 98% účinnosti minerálního hnojení. Hodnoty výrobního a výnosového efektu dusíku jsou při organominerálním hnojení, tedy s vyšší úrovní hnojení, shodné se samotnými průmyslovými hnojivy.

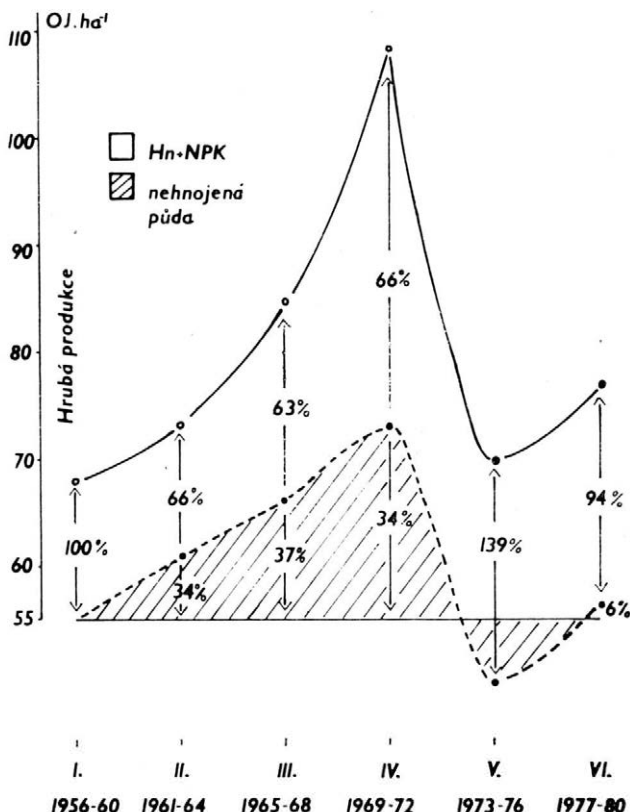
EKONOMICKÁ EFEKTIVNOST HNOJENÍ

Ekonomická účinnost přímých provozních nákladů na hnojení hnojem dosahuje 6,87 Kčs . Kčs⁻¹, dávkou N₃P₂K₂ 2,35 Kčs . Kčs⁻¹ a při organominerálním hnojení Hn + N₃P₂K₂ 2,43 Kčs . Kčs⁻¹.

Tyto hodnoty potvrzuje i nákladovost, která činí u hnoje 0,15 Kčs . Kčs⁻¹, u dávky N₃P₂K₂ 0,42 Kčs . Kčs⁻¹ a u hnojení Hn + N₃P₂K₂ 0,41 Kčs . Kčs⁻¹.

Z těchto výsledků vyplývá, že všechny použité způsoby hnojení byly rentabilní a že hnůj zvyšuje ekonomickou efektivnost minerálního hnojení.

3. Podíl hnojení hnojem (Hn) s průmyslovými hnojiv (NPK) a nehnojené půdy na maximální hrubé produkci v klasickém řepářském osevním postupu na hnědozemí (období 1956—1980) — The share of manuring (Hn) and fertilizing (NPK) and of the non-fertilized soil in the maximum gross production in traditional beet crop rotation on the gray-brown podzolic soil (1956—1980)



DISKUSE

Pokusné 25leté období prokázalo v dodržovaném systému hospodaření na řepářském hnědozemí v pevném osevním postupu s 45 % obilnin, 33 % okopanin (z toho 22 % cukrovky) a 22 % víceletých pícein (vojtěška) nejen významnou hnojivou účinnost poměrně malé dávky (roční průměr $6,1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) velmi kvalitního hnoje (23,8 % sušiny, 0,56 % N, 0,14 % P a 0,58 % K a 17,2 % organických látek), ale i jeho příznivý vliv na účinnost průmyslových hnojiv s poměrně malou neefektivnější dávkou $67 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N} + \text{PK}$.

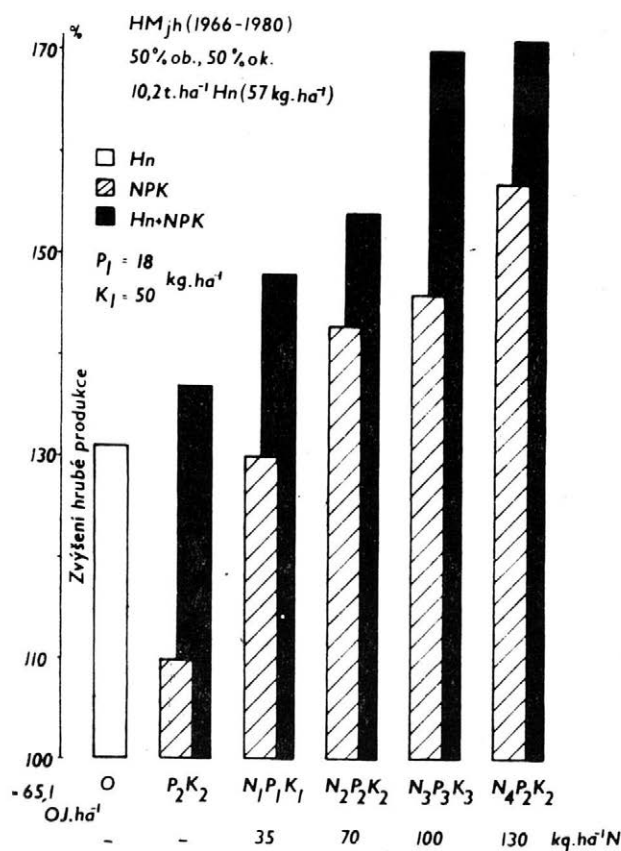
V průběhu 17 let, do roku 1972, vzrůstala se zvyšovanou hrubou produkcí na hnojem a průmyslovými hnojivy hnojené půdě i produkce na nehnojených kontrolách. Jinými slovy řečeno, produkce se zvyšovala při současném růstu půdní úrodnosti (Š k a r d a, 1982).

Na maximálním zvýšení hrubé produkce, ve srovnání s nehnojenou kontrolou v I. období, se nejúčinnější hnojení Hn + N₃P₂K₂ podílelo do roku 1972 63 až 66 % a nehnojená půda 34 až 37 %. V průběhu 25 let se na maximální produkci (Hn + N₃P₂K₂) podílela půda 75 % a hnojení 25 %.

V extrémně suchém V. dílčím období, jež nemělo za celých 25 let obdoby, se účinnost Hn + N₃P₂K₂ zvýšila ze 66 na 139 %, při poklesu produkce na nehnojených kontrolách na 90 %. Ve srovnání s I. dílčím obdobím se již v posledním období začíná, při snížení účinnosti organominerálního hnojení ze 139 na 94 %, znovu uplatňovat tendence růstu půdní úrodnosti (prozatím je o 6 % — obr. 3).

V klasickém řepářském osevním postupu s 22 % vojtěšky (s průměrným výnosem 40,7 t . ha⁻¹ zelené hmoty na nehnojených kontrolách) a s dávkou 21 t . ha⁻¹ (= 120 kg . ha⁻¹ N) hnoje pod cukrovku a 15 t . ha⁻¹ (= 85 kg . ha⁻¹ N) hnoje pod brambory byly za 25 let získány nejvyšší průměrné výnosy plodin těmito dávkami dusíku v průmyslových hnojivech:

Plodina	Výnos (t . ha ⁻¹)		Dávka N (kg . ha ⁻¹)
	hlavní produkt	vedlejší produkt	
Vojtěška	45,1		0
Pšenice ozimá	5,41	6,29	40
Cukrovka	47,3	29,9	130
Ječmen jarní	5,41	4,23	50
Brambory	25,5		90
Pšenice ozimá	4,80	6,83	50
Cukrovka	49,7	27,7	130
Ječmen jarní	4,61	4,27	50
			Ø 60



4. Vliv hnoje (Hn) a průmyslových hnojiv (NPK) na zvýšení hrubé produkce v modelovém řepářském osevním postupu bez vojtěšky na hnědozemí (HM) (období 1966—1980) — The influence of manure (Hn) and of fertilizers (NPK) on the increase in gross production in the model beet crop rotation without alfalfa on the gray-brown podzolic soil (HM) (1966—1980)

Efektivnost hnojení poměrně malou dávkou dusíku v průmyslových hnojivech, při poměrně vysokých výnosech plodin v průměru 25 let, příznivě ovlivňuje nejen dodržovaný pevný osevní postup, agrotechnika a kvalitní hnůj, ale hlavně 22% zastoupení vojtěšky s výnosem nad 40 t.ha⁻¹ zelené hmoty.

Když se pro porovnání na stejném pokusném stanovišti použijí výsledky z řepařského osevního postupu bez vojtěšky (50 % cukrovky, 50 % jarní pšenice), lze konstatovat, že hnůj ani při dávce o 70 % vyšší než v osevním postupu s vojtěškou (10,5 t.ha⁻¹ proti 6,1 t.ha⁻¹) funkci vojtěšky v průběhu 15 let ve výnosech plodin nenahradil. Přitom však účinnost hnoje v řepařském osevním postupu bez víceletých píce- nin je téměř o 140 % vyšší (+ 31 % vůči nehnojené kontrole) než v osevním postupu s vojtěškou (+ 13 %). Podobně je tomu i u průmyslových hnojiv (obr. 4; pro porovnání s obr. 1 jen do dávky 70 kg . ha⁻¹ N) — Š k a r d a, 1982.

Literatura

- ASMUS, F. — GÖRLITZ, H.: Zur Wirkung der organischen Substanz auf den Pflanzen- ertrag. Arch. Acker-Pfl.-Bau Bodenkde, 25, 1981, č. 2, s. 93-98.
- ASMUS, F. — HERRMANN, V.: Reproduktion der organischen Substanz des Bo- dens. Fortschrittsberichte für die Landwirtschaft- und Nahrungsgüterwirtschaft, sv. 15, s. 11, 1977.
- EICH, D. — KORIATH, H. a kol.: Verbesserung der Humusversorgung der Acker- böden. Landwirtschaftsausstellung der DDR, 1982.
- GÖRLITZ, H. — ASMUS, R.: Einfluss der organischen Düngung auf den Nährstoff- gehalt des Bodens und Beziehungen zur mineralischen Düngung auf pleistozänen Böden. Arch. Acker-Pfl.-Bau Bodenkde, 25, 1981, č. 4, s. 219-229.
- HEISIG, W. — SCHÖNMEIER, H. — ASMUS, F.: Zur Wirkung von verschiedenen organischen und mineralischen Düngern auf die Zusammensetzung der Huminstoffe einiger Böden. Arch. Acker-Pfl.-Bau Bodenkde, 21, 1977, č. 5, s. 369-378.
- PAŘÍZEK, I. — VÁCHA, J. — ŠKARDA, M.: Dlouhodobá účinnost hnoje a kom- postu na řepařské hnědozemí. Rostl. Výroba, 23, 1977, č. 9, s. 933-941.
- SCHNIEDER, E.: Einfluss der organischen und mineralischen Düngung auf den Humusgehalt des Bodens und den Pflanzenertrag in den Thyrower Dauerversu- chen. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, 1981.
- ŠKARDA, M.: Organická hnojiva. Institut výchovy a vzdělávání MZVŽ ČSR, 1978.
- ŠKARDA, M.: Využití hnoje a močůvky v systému hnojení. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1982.
- ŠKARDA, M. — KOULA, J.: Účinnost statkových hnojiv v soustavě hnojení. Rostl. Výroba, 18, 1972, č. 11, s. 1221-1233.
- ŠKARDA, M. — JOKEŠOVÁ, J.: Hnojivá účinnost kejdy skotu se zaorávkou slámy a průmyslových hnojiv v řepařském osevním postupu. Rostl. Výroba, 28, 1982, č. 6, s. 595-603.
- ŠKARDA, M. — ŽĎÁREK, J.: Dlouhodobá účinnost hnojení slámou na hnědé hli- nitě půdě. Rostl. Výroba, 23, 1977, č. 9, s. 1001-1008.

Došlo dne 8. 11. 1982

ШКАРДА, М. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага - Рузыне): Много- летний эффект навоза в свекловодческом севообороте на тяжелом буроземе. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 377-386.

В 1955 году был заложен полевой опыт на свекловодческом илисто-глинистом буроземе. В среднем по трехлетнему циклу органического удобрения оценивалась 25-летняя эффек- тивность среднегодового количества 6,1 т/га качественного навоза (с 23,8 % сухого ве- щества и 0,56 % азота) и его положительное влияние на валовую продукцию и выход сухой

массы культур, агрохимические свойства почвы, усвоение питательных веществ растением, продуктивный и урожайный эффект растениями усвоенного азота, экономическую эффективность удобрения и на эффективность минерального удобрения с наиболее полезной среднегодовой дозой 67 N + PK кг/га. Также приводятся наиболее эффективные дозы азота в минеральных удобрениях на базе навоза у отдельных культур севооборота. При дозе 1,1 т/га органических веществ в навозе баланс потребности в органических веществах и его покрытие выравниваются. Была доказана значимая эффективность люцерны при ее 22 % замещении в севообороте. Даже на 70 % повышенная доза навоза (= 10,5 т/га в год) не может заменить ее функцию в севообороте без многолетних кормовых.

минеральное удобрение; илесто-глинистый бурозем; валовая продукция; выход сухой массы культур; агрохимические свойства почвы; усвоение питательных веществ растением; продуктивный и урожайный эффект азота; баланс органических веществ; экономическая эффективность удобрения; люцерна

ŠKARDA, M. (Research Institute for Crop Production, Praha - Ruzyně): *Long-term Efficiency of Manure in the Beet Crop Rotation on Heavy-Textured Gray-Brown Podzolic Soil*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 377-386.

In 1955, a permanent field trial was started on the clay loam gray-brown podzolic soil in the beet production region. At the average three-year cycle of organic fertilization, the twenty-five year efficiency was evaluated of the mean annual application rate of 6.1 t .ha⁻¹ of high-quality manure (23.8 % of dry matter and 0.56 % of nitrogen), and its positive influence on the gross production and dry matter yield, agrochemical properties of soil, nutrient uptake by the plant, production and yield effect of nitrogen uptaken by plants, economic effectiveness of manuring and on the effectiveness of mineral fertilization (the most effective mean annual application rate of 67 N + PK kg .ha⁻¹). The most effective nitrogen application rates from fertilizers on the basis of manure are given for different components of the crop rotation. At the application rate of 1.1 t .ha⁻¹ of organic substances in manure, the balance of the need of substances and its covering are steady. Alfalfa with its 22 % proportion in the crop rotation was found to be significantly effective. Its function in the crop rotation without perennial fodder crops cannot be replaced even by 70 % higher manure application rate (= 10.5 t .ha⁻¹ .year⁻¹).

fertilizers; clay loam gray-brown podzolic soil; gross production; dry matter yield of crops; agrochemical soil properties; nutrient uptake by plant; production and yield effect of nitrogen; balance of organic substances; economic effectiveness of fertilization; alfalfa

Adresa autora:

Ing. Milan Škarda, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

VLIV DLOUHODOBĚ UPLATŇOVANÉ MINIMALIZACE ZPRACOVÁNÍ PŮDY NA JEJÍ ÚRODNOST

R. Rozsypal, Z. Rozsypalová, J. Juřenčák, M. Herman, J. Novotný

ROZSYPAL, R. — ROZSYPALOVÁ, Z. — JUŘENČÁK, J. — HERMAN, M. — NOVOTNÝ, J. (Výzkumný ústav základní agrotechniky, Hrušovany u Brna): *Vliv dlouhodobě uplatňované minimalizace zpracování půdy na její úrodnost*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 387-400.

V letech 1971—1982 byl ve dlouhodobém stacionárním pokusu na černozemní půdě kukuřičné výrobní oblasti jižní Moravy sledován vliv technologie zpracování půdy (orba, minimální, bez), způsobu využití slámy (úklid, aplikace, pálení) a hnojení průmyslovými hnojivy nebo kejdou (0, N, N+NPK) na některé charakteristiky půdní úrodnosti. Nebyly zjištěny takové změny, které by potvrzovaly negativní působení minimální technologie a technologie bez zpracování půdy na její úrodnost při dlouhodobém kontinuálním působení. Pokud byly změny nalezeny, byly ve prospěch nových technologií zpracování půdy (akumulace uhlíku, dusíku, fosforu, draslíku), což se projevilo zvýšením úrodnosti půdy v následném působení. Pouze okyselující vliv průmyslových hnojiv (síranu amonného) zřetelně stoupal se snižující se intenzitou zpracování půdy. Aplikace slámy zvýšila obsah uhlíku a dusíku v půdě a její úrodnost; pálení slámy ve srovnání s jejím úklidem obsah uhlíku a dusíku v půdě nesnížilo a v následném působení se pálení slámy vyrovnalo její aplikaci. Hnojení NPK zvýšilo obsah uhlíku, dusíku, fosforu, draslíku a úrodnost půdy v přímém i následném působení, pH naopak snížilo.

hnojení slámou; hnojení NPK; dlouhodobý vliv

Minimalizace v technologii zpracování půdy, především vynechání zpracování půdy (bezorebný systém), vzbuzuje dosud u části odborné veřejnosti obavy z jejího dlouhodobého vlivu na úrodnost půdy.

V této práci předpokládáme výsledky otestování desetiletého působení zkoušených agrotechnických zásahů na některé charakteristiky půdní úrodnosti. Část výsledků sledování fyzikálního stavu půdy jsme uvedli již dříve (Juřenčák, 1978); detailnější výsledky a jejich rozbor předložíme v následujících pracích.

Vliv minimální technologie a technologie bez zpracování půdy na půdní úrodnost byl ve VÚZA Hrušovany u Brna poměrně důkladně studován z krátkodobého (zpravidla jednoletého až tříletého) pohledu z hlediska ovlivnění fyzikálních poměrů (Talařantová, 1977; Juřenčák, 1979), půdní biologie (Řídký, 1979; Ambrožová, 1976), organické půdní hmoty (Pryczková, 1979; Suškevič et al., 1980) a fyzikálněchemických vlastností půdy (Hrbáček et al., 1979).

Ze zahraničních je nejvýznamnější kompilační práce z anglosaské literatury do roku 1972 (Bauemer, Bakermans, 1973).

MATERIÁL A METODY

V roce 1971 byl založen metodou kolmo dělených bloků polní pokus se čtyřmi opakováními. Velikost pokusné parcely 32 m², velikost sklizňové parcely 12,7 m².

Zpracování půdy:

1. tradiční zpracování půdy (podmítka + orba 22–24 cm)
2. minimální zpracování půdy (orba 15 cm)
3. bez zpracování půdy — přímé setí

Hnojení:

1. sláma sklizena
— nehnojeno
— vyrovnávací dávka dusíku v průmyslových hnojivech
— vyrovnávací dávka N + NPK v průmyslových hnojivech
2. sláma aplikována
— nehnojeno
— vyrovnávací dávka dusíku v průmyslových hnojivech
— vyrovnávací dávka N + NPK v průmyslových hnojivech
— vyrovnávací dávka dusíku v kejďe
— vyrovnávací dávka N + NPK v kejďe + zbytek PK v průmyslových hnojivech
3. sláma spálena
— nehnojeno
— vyrovnávací dávka dusíku v průmyslových hnojivech
— vyrovnávací dávka N + NPK v průmyslových hnojivech

Dávka živin (bez vyrovnávací dávky dusíku):

	N	P	K		N	P	K
1972	100	44	100	1977	40	18	33
1972	100	44	100	1978	120	53	100
1974	40	35	83	1979	40	35	83
1975	120	53	100	1980	120	53	100
1976	40	35	83	1981	120	44	100
				1982	—	—	—

Vyrovňovací dávka dusíku v průmyslových hnojivech nebo kejďe byla stanovena paušálně na 40 kg .ha⁻¹. V prvním roce testování následného působení pokusných zásahů (1977) bylo hnojení jednotné na všech variantách, rovněž zpracování půdy bylo v letech testování (1977, 1982) jednotné, tj. podmítka + orba 24 cm.

Sled plodin:

- 1971 — předplodina pšenice ozimá
1972 — pšenice ozimá 'Mironovská 808'
1973 — pšenice ozimá 'Mironovská 808'
1974 — ječmen jarní 'Diamant'
1975 — pšenice ozimá 'Mironovská 808'
1976 — ječmen jarní 'Ametyst'
1977 — pšenice ozimá 'Mironovská 808' (testovací plodina následného působení pokusných zásahů při jednotném hnojení a zpracování půdy)
1978 — kukuřice na zrno 'CE 250'
1979 — ječmen jarní 'Safir'
1980 — pšenice ozimá 'Mironovská 808'
1981 — pšenice ozimá 'Mironovská 808'
1982 — pšenice jarní 'Mefisto' (testovací plodina následného působení pokusných zásahů při jednotném zpracování půdy bez hnojení)

Sláma předplodiny byla pořežána sklízecí řezačkou a rovnoměrně rozmístěna na příslušných parcelách. Na parcelách s pálením slámy byla tato spálena samovolným hořením; po kukuřici na zrno byla sklizena. Kejda byla rovnoměrně rozlévána ručně; její dávka byla určena předem zjištěnou koncentrací dusíku.

Technika hnojení: vyrovnávací dávka N + NPK v každé byla aplikována před podmínkou u všech technologií zpracování půdy (u tradiční a minimální technologie zpracování půdy byla podmínka provedena jednotně). Průmyslová hnojiva byla aplikována před setím.

Setí bylo prováděno jednotně na celé ploše pokusu secím strojem 20 SEX BJ-150. Sklizeň u pšenice a ječmene byla prováděna žací mlátičkou, u kukuřice na zrno ručně.

Po sklizni pšenice v roce 1981 byly odebrány půdní vzorky ke kontrole chemických vlastností půdy a stavu humusu: N_t (Kjeldahl), N-NO₃ kyselinou fenoldisulfonovou, N-NH₄ Nesslerovým činidlem, $P_{přist.}$ (Egnér), P_p výluh 0,01 M CaCl₂, K (Schachtschabel), Mg a Ca komplexometricky, C_{ox} (Tjurin) a frakce humusových látek (Kononová, Bělčíková — Hraško et al., 1962). V termínech 30. 10. 1981, 13. 4., 6. 5., 23. 5. a 23. 6. 1982 byly odebrány vzorky půd k mikrobiologickým testům: produkce CO₂ kontinuálně modifikací metody dle Lundegarda, rozklad celulózy kvantitativně, schopnost nitrifikace a amonifikace jako u minerálních forem dusíku, aktivita dehydrogenázy (Lenhardt, 1956), aktivita proteázy Ambroz (1966), aktivita fosfatázy Huggins, Talalay (1945).

Charakteristika pokusného místa

Pokusné pozemky VÚZA Hrušovany u Brna leží v kukuřičné výrobní oblasti jižní Moravy, okrsku mírně teplém semihumidního klimatu. Průměrná roční teplota vzduchu je 9,1 °C; průměrné roční ovzdušné srážky činí 483,6 mm (průměr 25 let). Půdní typ — černozem na spraši, hlinitá, obsah humusu okolo 2 %, pH_{KCl} 7,5–7,9, N_t 1500–1600 ppm (Kjeldahl), $P_{přist.}$ 50–60 ppm, $K_{přist.}$ 140–150 ppm. V % okolo 98.

VÝSLEDKY

VÝNOS ZRNA (tab. I)

Nižší výnosy zrna u technologie bez zpracování půdy byly způsobeny hlavně méně kvalitním zapravením osiva. Při pravidelně suchém počasí v době setí a při množství posklizňových zbytků nebo aplikované slámy se secím strojem 20 SEX BJ-150 ani při jeho vysoké hmotnosti (na 3m záběru více jak 5 tun) nedocílilo dostatečného zahloubení sečích botek na parcelách bez zpracování půdy. Tento nedostatek byl odstraněn spálením slámy a v prvním sledovaném období (1972–1976) dosáhly výnosy zrna úrovně ostatních technologií zpracování půdy, za celé sledované období (1972–1981) se jim pak téměř vyrovnaly.

Testace následného působení sledovaných zásahů ukázala zvýšení produkční schopnosti půdy aplikací slámy ve srovnání s jejím úklidem, ale neprokázala její snížení spalováním slámy (téměř na úrovni aplikace slámy). V obou letech testování (1977 a 1982) výnos zrna zřetelně stoupal s nižší intenzitou zpracování půdy v předchozích letech.

Aplikace kejdy se nevyrovnala minerálnímu hnojení v letech působení sledovaných zásahů ani v letech jejich testování.

KONCENTRACE ŽIVIN, JEJICH FOREM A PŮDNÍ REAKCE (tab. II)

Koncentrace veškerého dusíku (N_t) byla ve všech případech nejnížší u tradičního zpracování půdy. Aplikace slámy koncentraci N_t výrazně neovlivnila, spálení slámy snížilo (ve srovnání s úklidem slámy). U minerálního dusíku výrazně dominoval N-NH₄, jehož nejvyšší koncentrace byla nejčastěji u tradičního, nejnížší u minimálního zpracová-

Zpracování půdy	Sláma sklizená		Sláma aplikovaná			Sláma spálená		Průměr zpracování půdy
	O	N + + NPK	O	N + + NPK	N + + NPK v kejďě	O	N + + NPK	
Součet výnosů zrna za období 1972 – 76 (t. ha ⁻¹)								
Orba	17,93	26,25	16,86	26,18	25,16	20,39	26,14	22,70
Minimální	19,73	27,51	19,04	27,56	24,75	20,25	28,06	23,84
Bez	13,53	23,19	11,38	23,74	21,19	19,71	27,79	20,08
Průměr	17,06	25,65	15,76	25,83	23,70	20,12	27,33	
Výnos zrna 1977 – následné působení sledovaných zásahů (t. ha ⁻¹)								
Orba	5,033	6,333	4,902	6,499	6,112	4,680	6,232	5,684
Minimální	4,998	6,408	5,291	6,657	5,962	4,867	6,626	4,830
Bez	5,254	6,325	5,363	6,655	6,175	5,168	6,846	5,969
Průměr	5,095	6,355	5,185	6,604	6,083	4,095	6,568	
Součet výnosů zrna za období 1972 – 81 (t. ha ⁻¹)								
Orba	36,85	50,90	35,70	50,17	49,02	41,19	51,85	45,10
Minimální	37,80	50,86	37,47	52,17	48,89	40,11	52,52	45,69
Bez	29,92	43,86	27,69	45,69	43,35	38,64	50,87	40,00
Průměr	34,86	48,54	33,62	49,34	47,09	40,00	51,75	
Výnos zrna 1982 – následné působení sledovaných zásahů (t. ha ⁻¹)								
Orba	3,913	4,880	4,092	5,445	4,874	4,283	5,305	4,685
Minimální	3,929	5,082	4,245	5,408	5,327	4,218	5,409	4,803
Bez	4,364	5,155	4,488	5,621	5,201	4,460	5,605	4,985
Průměr	4,069	5,039	4,276	5,491	5,134	4,330	5,440	
Průměrný počet klasů .m ² v období 1972 – 81								
Orba	406	494	414	500	484	463	510	467
Minimální	378	523	387	500	509	436	505	463
Bez	373	460	357	497	465	417	512	440
Průměr	386	492	385	499	486	439	509	

ní půdy. Aplikace slámy koncentraci amoniakálního dusíku neovlivnila, spálení slámy ji zvýšilo. Nejvyšší koncentrace N-NO₃ byla nejčastěji u technologie bez zpracování půdy, nejnižší opět u minimálního zpracování půdy. Aplikace slámy koncentraci nitrátového dusíku snížila, pálení slámy ji zvýšilo.

Průměrný počet zrn v klase v období 1972—81								
Orba	21,4	21,2	20,8	21,6	22,5	20,2	22,2	21,4
Minimální	22,2	22,3	19,9	21,6	21,3	20,8	23,0	21,6
Bez	18,3	19,6	17,9	20,1	20,1	20,8	22,7	19,9
Průměr	20,6	21,0	19,5	21,1	21,3	20,6	22,6	
Průměrná hmotnost 1000 zrn v období 1972—81 (g)								
Orba	44,0	45,4	43,6	44,8	44,9	44,2	44,9	44,5
Minimální	44,5	43,9	44,5	44,7	44,1	44,4	44,5	44,4
Bez	44,2	43,4	43,5	43,9	44,5	44,7	44,9	44,1
Průměr	44,2	44,2	43,9	44,5	44,5	44,4	44,7	

Koncentrace $P_{\text{přist.}}$ byla ve všech případech nejnižší u minimálního zpracování půdy; u nehnojených variant byla nejvyšší koncentrace u technologie bez zpracování půdy, u hnojených při tradičním zpracování půdy. Aplikace slámy koncentraci fosforu neovlivnila, spálení slámy ji zvýšilo. Opačná tendence u minerálně hnojených a nehnojených variant z hlediska zpracování půdy byla u fosfátového potenciálu. Koncentrace přístupného draslíku byla technologií zpracování půdy ovlivněna podle nerovnosti tradiční < minimální < bez orby. Způsob využití slámy se neprojevil.

Aktuální pH bylo ovlivněno technologií zpracování půdy u minerálně nehnojených variant podle nerovnosti tradiční < minimální < bez orby; u minerálně hnojených variant platila nerovnost opačná. Podobným způsobem bylo ovlivněno i potenciální pH. Aplikace a pálení slámy aktuální i potenciální pH u minerálně hnojených variant neovlivnilo, u nehnojených variant mírně snížilo.

Zvláštní postavení mezi hnojenými variantami měla kejda, u níž byla koncentrace N_t , $N\text{-NO}_3$, $N\text{-NH}_4$ a hodnota P_p ve srovnání s minerálně hnojenými variantami často výrazně nižší; koncentrace přístupného fosforu a draslíku byla na úrovni minerálního hnojení. U pH nedošlo k výraznému okyselení jako u minerálně hnojených variant, půdní reakce zůstala na úrovni nehnojených variant.

OBSAH C_{ox} A JEHO FRAKCI (tab. III)

Obsah oxidovatelného uhlíku a jeho frakcí byl technologií zpracování půdy ovlivněn podle nerovnosti tradiční < minimální < bez orby. Výjimkou je obsah fulvokyselin, kde platila nerovnost opačná. Aplikace slámy ve většině případů zvýšila obsah C_{ox} a jeho frakcí s výjimkou fulvokyselin, jejichž obsah byl ve srovnání s úklidem slámy snížen. Spalování slámy ve srovnání s jejím úklidem mírně snížilo obsah C_{ox} , celkových humusových látek a fulvokyselin, kvalitu humusu naopak zvýšilo.

II. Koncentrace živin, jejich forem a půdní reakce — The concentration of nutrients, their forms, and soil reaction

Zpracování půdy	Sláma sklizená		Sláma aplikovaná			Sláma spálená		Průměr zpracová- vání půdy
	O	N + + NPK	O	N + + NPK	N + + NPK v kejdě	O	N + + NPK	
N, (ppm)								
Orba	1930	1920	1790	1890	1810	1940	1930	1887
Minimální	1970	1990	1960	2040	2040	1980	2150	2019
Bez	1930	2160	2000	2150	1960	1950	1930	2011
Průměr	1943	2023	1917	2027	1937	1957	2003	
N – NH ₄ (ppm)								
Orba	28,8	39,8	29,8	40,5	34,3	28,5	35,5	33,9
Minimální	27,0	32,2	24,9	30,6	27,6	27,2	39,3	29,8
Bez	27,3	34,5	32,8	35,1	29,9	27,0	36,3	31,8
Průměr	27,7	35,5	29,2	35,4	30,6	27,6	37,0	
N – NO ₃ (ppm)								
Orba	1,06	1,59	0,78	0,91	1,12	1,43	1,85	1,25
Minimální	0,93	1,14	0,62	0,85	0,83	0,83	1,30	0,93
Bez	1,08	1,78	1,71	1,82	1,19	1,29	2,27	1,59
Průměr	1,02	1,50	1,04	1,19	1,05	1,18	1,81	
N _{min.} – NH ₄ + NO ₃ (ppm)								
Orba	29,86	41,39	30,58	41,41	35,42	29,93	37,35	35,13
Minimální	27,93	33,34	25,52	31,45	28,43	28,03	40,60	30,76
Bez	28,38	36,28	34,51	36,92	31,09	28,09	38,57	33,41
Průměr	28,72	37,00	30,20	35,79	31,65	28,68	38,84	
P _{průměrný} (ppm)								
Orba	66,4	78,4	65,9	77,0	73,0	64,6	84,2	72,8
Minimální	60,1	64,1	59,7	62,7	74,1	55,3	76,9	64,7
Bez	76,1	76,7	75,7	74,8	74,7	64,2	87,0	75,6
Průměr	67,5	73,1	67,1	71,5	73,9	61,4	82,7	

OVLIVNĚNÍ BIOLOGICKÉ SLOŽKY PŮDY (tab. IV)

Aktivita sledovaných enzymů a potenciální schopnost nitrifikace byla technologií bez zpracování půdy (ve srovnání s ostatními) zvýše-

Pp (ppm)								
Orba	4,40	5,72	4,84	5,60	5,12	4,72	6,00	5,20
Minimální	4,80	5,72	4,80	6,04	5,52	4,40	5,80	5,30
Bez	4,60	6,00	4,88	6,28	5,68	3,83	6,16	5,35
Průměr	4,60	5,81	4,84	5,97	5,44	4,32	5,99	
K _{přístupný} (ppm)								
Orba	178	236	190	259	245	197	222	218
Minimální	185	262	222	299	280	208	299	251
Bez	231	388	265	349	339	231	362	309
Průměr	198	295	226	302	288	212	294	
pH – H ₂ O								
Orba	7,17	6,65	6,91	6,82	6,93	6,96	6,77	6,89
Minimální	7,28	5,86	6,95	5,77	6,72	6,73	5,69	6,43
Bez	7,34	5,45	7,07	5,83	7,10	7,24	5,52	6,51
Průměr	7,26	5,99	6,98	6,14	6,92	6,98	5,99	
pH – KCl								
Orba	6,42	5,85	5,79	5,75	5,90	5,80	5,81	5,90
Minimální	6,06	4,91	5,62	4,80	5,52	5,61	4,83	5,34
Bez	6,19	4,54	6,00	4,91	6,08	6,22	4,72	5,52
Průměr	6,22	5,10	5,80	5,15	5,83	5,88	5,12	

na. Ovlivnění potenciální schopnosti amonifikace technologií zpracování půdy lze vyjádřit nerovností tradiční < bez orby < minimální, rozkladu celulózy tradiční < minimální < bez orby, produkce CO₂ minimální < tradiční < bez orby.

Aplikace a pálení slámy snížila aktivitu dehydrogenázy, proteázy a potenciální schopnost nitrifikace. Aktivita fosfatázy a produkce CO₂ byla aplikací slámy zvýšena. Pálení slámy snížilo aktivitu fosfatázy. Minerální hnojení s výjimkou aktivity fosfatázy a produkce CO₂ způsobilo pokles hodnot sledovaných charakteristik mikrobiální populace, kejdá naopak její aktivitu zřetelně zvýšila.

KONCENTRACE AKTUÁLNĚ PŘIJATELNÝCH FOREM N A P (tab. V)

Ve stejných termínech jako aktivita mikrobiální populace byla stanovena koncentrace N-NO₃, N-NH₄ a hodnota P_p. Minerální formy dusíku byly technologií zpracování půdy ovlivněny podle nerovnosti tra-

III. Obsah C_{ox} a frakcí půdních organických látek — The content of C_{ox} and fractions of the soil organic substances

Zpracování půdy	Sláma sklizená		Sláma aplikovaná			Sláma spálená		Průměr zpracování půdy
	O	N + + NPK	O	N + + NPK	N + + NPK v kejďě	O	N + + NPK	
C-o (%)								
Orba	1,316	1,334	1,342	1,417	1,384	1,314	1,334	1,349
Minimální	1,312	1,365	1,386	1,429	1,524	1,317	1,374	1,387
Bez	1,325	1,460	1,434	1,555	1,459	1,371	1,387	1,427
Průměr	1,314	1,386	1,387	1,467	1,456	1,334	1,365	
Humusové látky celkové (%)								
Orba	0,480	0,512	0,616	0,485	0,548	0,512	0,480	0,512
Minimální	0,512	0,574	0,543	0,584	0,590	0,501	0,532	0,548
Bez	0,501	0,564	0,532	0,630	0,548	0,501	0,553	0,547
Průměr	0,494	0,550	0,564	0,565	0,562	0,505	0,522	
C _{HK} (%)								
Orba	0,261	0,178	0,230	0,303	0,240	0,271	0,282	0,252
Minimální	0,251	0,277	0,292	0,282	0,324	0,313	0,303	0,292
Bez	0,240	0,318	0,334	0,345	0,339	0,303	0,261	0,306
Průměr	0,251	0,258	0,285	0,310	0,301	0,296	0,282	
C _{FK} (%)								
Orba	0,209	0,334	0,386	0,183	0,308	0,241	0,198	0,266
Minimální	0,261	0,298	0,251	0,302	0,266	0,188	0,229	0,256
Bez	0,261	0,246	0,189	0,281	0,209	0,198	0,292	0,241
Průměr	0,244	0,293	0,278	0,255	0,261	0,209	0,240	
C _{HK} /C _{FK}								
Orba	1,25	0,53	0,59	1,66	0,78	1,13	1,42	1,05
Minimální	0,96	0,93	1,17	0,93	1,22	1,67	1,32	1,17
Bez	0,92	1,30	1,68	1,22	1,63	1,53	0,89	1,31
Průměr	1,04	0,92	1,15	1,27	1,21	1,44	1,21	

diční < minimální < bez orby, fosfátový potenciál podle nerovnosti tradiční < bez orby < minimální. Aplikací slámy byla zvýšena koncentrace amoniakálního a minerálního dusíku a hodnota P_p a snížena koncentrace nitrátového dusíku. Pálení slámy zvýšilo koncentraci nitrátového

Z C _{HK} humusové látky volné a vázané na R ₂ O ₃ (%)								
Orba	0,59	0,58	0,97	1,24	0,81	0,55	0,95	0,81
Minimální	0,77	1,14	0,87	1,50	1,08	0,66	0,96	0,99
Bez	0,71	1,48	0,86	1,67	0,94	0,77	1,09	1,07
Průměr	0,69	1,07	0,90	1,47	0,94	0,66	1,00	
Z C _{HK} humusové látky vázané na Ca (%)								
Orba	2,02	1,20	1,33	1,79	1,59	2,16	1,87	1,71
Minimální	1,74	1,63	2,05	1,32	2,16	2,47	2,27	1,77
Bez	1,69	1,70	2,48	1,78	2,45	2,26	1,52	1,98
Průměr	1,81	1,51	1,95	1,63	2,07	2,30	1,82	
C — zbytek v půdě								
Orba	0,836	0,822	0,726	0,931	0,836	0,802	0,854	0,830
Minimální	0,800	0,791	0,843	0,844	0,934	0,816	0,842	0,839
Bez	0,824	0,836	0,824	0,901	0,911	0,870	0,834	0,857
Průměr	0,820	0,836	0,824	0,901	0,894	0,829	0,843	

vého a minerálního dusíku a hodnotu P_p. Koncentrace amoniakálního dusíku nebyla ve srovnání s úklidem slámy dotčena.

Minerální hnojení zvýšilo koncentraci amoniakálního a minerálního dusíku a hodnotu P_p, snížilo koncentraci nitrátového dusíku. Aplikace kejdy ve srovnání s minerálním hnojením se projevila nižší koncentrací obou forem minerálního dusíku.

DISKUSE

Kumulace uhlíku a veškerého dusíku v půdě při snížené intenzitě jejího zpracování (Bauemer, Bakermans, 1973; Blevins et al. 1977; Pryczková, 1979; Hrbáček et al., 1979) byla potvrzena.

Výrazné zvýšení obsahu uhlíku soustavou aplikací slámy (zvláště při dodání živin v průmyslových hnojivech nebo kejdě) bylo očekáváno a odpovídá dřívějším pracím (Segetová, 1963; Škarda, Apeltauer, 1972; Vaněk, 1979; Škarda, Jokešová, 1982). Neočekávaný je prakticky stejný obsah uhlíku při klidu i pálení slámy, přičemž kvalita humusových látek byla u pálení slámy poněkud lepší než při jejím úkladu nebo aplikaci.

V zahraničí je spalování slámy celkem běžné a je motivováno především ekonomickými aspekty. Rovněž v Československu byly se spalováním slámy dosaženy velmi dobré výsledky (Vymětal, Nesvada, 1975; Vaněk, 1975; Kos, 1977). Přesto se spalování slámy ne-

IV. Průměrné hodnoty charakteristik mikrobiální populace — The mean values of microbial population characteristics

Zpracování půdy	Sláma sklizená		Sláma aplikovaná			Sláma spálená		Průměr zpraco- vání půdy
	O	N + + NPK	O	N + + NPK	N + + NPK v kejdě	O	N + + NPK	
Aktivita dehydrogenázy (mg N — NH ₂)								
Orba	0,042	0,027	0,018	0,013	0,048	0,037	0,027	0,030
Minimální	0,105	0,015	0,032	0,012	0,027	0,022	0,010	0,032
Bez	0,129	0,016	0,032	0,017	0,161	0,076	0,023	0,064
Průměr	0,091	0,019	0,024	0,014	0,079	0,045	0,020	
Aktivita proteázy (mg N — NH ₂)								
Orba	0,137	0,109	0,125	0,113	0,141	0,126	0,119	0,124
Minimální	0,125	0,109	0,140	0,099	0,144	0,101	0,112	0,119
Bez	0,167	0,156	0,126	0,112	0,160	0,114	0,133	0,138
Průměr	0,143	0,125	0,130	0,108	0,148	0,114	0,121	
Aktivita fosfatázy (mg fenoltalein)								
Orba	3,3	4,4	3,8	4,6	4,2	3,8	3,6	4,0
Minimální	2,3	4,1	4,6	4,6	4,4	4,5	3,7	4,0
Bez	2,1	3,4	3,4	3,8	3,6	3,1	3,2	3,2
Průměr	2,6	4,0	3,9	4,4	4,1	3,8	3,5	
Potenciální schopnost amonifikace (mg N — NH ₄)								
Orba	0,009	0,009	0,010	0,009	0,009	0,010	0,009	0,009
Minimální	0,012	0,011	0,009	0,011	0,010	0,012	0,014	0,011
Bez	0,011	0,011	0,011	0,011	0,010	0,009	0,010	0,010
Průměr	0,011	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,011	
Potenciální schopnost nitrifikace (mg N — NO ₃)								
Orba	0,118	0,075	0,084	0,078	0,134	0,058	0,062	0,087
Minimální	0,187	0,051	0,060	0,037	0,110	0,061	0,060	0,085
Bez	0,164	0,121	0,140	0,156	0,183	0,142	0,068	0,139
Průměr	0,156	0,082	0,095	0,090	0,152	0,087	0,063	

doporučuje [Š k a r d a, 1974; V a n ě k, 1979], hlavně s poukazem na ztrátu energeticky cenné organické hmoty a dusíku v obavě ze snížení úrodnosti půdy. R u t h e r f o e r d [1975] spalování slámy při opakovaném pěstování obilnin po sobě technologií bez zpracování půdy do-

Rozklad celulózy (%)								
Orba	6,1	3,9	5,2	3,8	7,7	7,2	4,9	5,5
Minimální	9,0	4,9	8,6	5,1	7,9	8,4	6,7	7,2
Bez	14,0	8,9	8,8	5,1	11,8	7,2	6,6	8,9
Průměr	9,7	5,9	7,5	4,7	9,1	7,6	6,1	
Produkce CO ₂ (g. m ⁻² . den ⁻¹)								
Orba	0,414	0,442	0,405	0,458	0,419	0,438	0,426	0,429
Minimální	0,385	0,416	0,411	0,429	0,427	0,416	0,401	0,412
Bez	0,428	0,425	0,428	0,485	0,432	0,424	0,436	0,437
Průměr	0,409	0,428	0,415	0,457	0,426	0,426	0,421	

poručuje, hlavně z hlediska kvalitního zapravení osiva do půdy, což se v naší práci plně potvrdilo.

Již dříve pozorované zákonitosti tvorby forem minerálního dusíku v závislosti na změnách objemové hmotnosti půdy vyvolaných různou intenzitou zpracování půdy (Bauemer, 1973; Pryczková, 1976; Hrbáček et al., 1979) byly potvrzeny, stejně jako údaje o kumulaci fosforu a draslíku.

Zvýšení kyselosti půdního prostředí uváděné různými autory (Buhtz, 1972; Haselbach, 1975; Vaněk, 1975) jako důsledek aplikace fyziologicky kyselých hnojiv (hlavně síranu amonného) se i při vysoké nasycenosti sorpčního komplexu ($V = 98-99\%$) projevilo výrazným způsobem, zvláště pak v interakci s nižší intenzitou zpracování půdy. Soustavná aplikace kejdou půdní reakci nezměnila.

Akumulace organické hmoty u technologie bez zpracování půdy se projevila výrazným zvýšením aktivity dehydrogenázy a proteázy; aktivita fosfatázy naopak poklesla, zřejmě jako důsledek kumulace fosforu u této technologie. Vyšší aktivita proteázy a vyšší schopnost nitrifikace v následném působení zvýšila tvorbu N-NO₃ u technologie bez zpracování půdy a při málo variabilní amonifikaci i koncentraci minerálního dusíku celkem. Hnojení NPK minerálními hnojivy nebo kejdou v následném působení zvýšilo koncentraci N-NH₄, ale snížilo koncentraci N-NO₃.

Minimální a především technologie bez zpracování půdy působily na její úrodnost podobně jako trvalé zatravnění tj. směrem ke kumulaci uhlíku a dusíku, což se projevilo vyššími výnosy zrna při testování následného působení sledovaných zásahů.

Obavy ze snížení úrodnosti půdy v důsledku pálení slámy se nepotvrdily, a to jak u sledovaných charakteristik půdní úrodnosti, tak při testování následného působení, kdy u pálení slámy byly výnosy zrna na úrovni aplikace slámy nebo poněkud nižší (pouze u tradičního zpracování půdy).

Nižší výnosy zrna při hnojení NPK v kejdě byly způsobeny ztrátou dusíku z labilního uhličitane amonného, který tvoří podstatnou část du-

Zpracování půdy	Sláma sklizená		Sláma aplikovaná			Sláma spálená		Průměr zpracování půdy
	O	N + + NPK	O	N + + NPK	N + + NPK v kejdě	O	N + + NPK	
N – NH ₄ (ppm)								
Orba	18,0	20,8	17,6	19,7	17,8	18,0	18,5	18,6
Minimální	15,9	18,8	18,0	22,2	18,7	18,6	21,8	19,1
Bez	18,3	20,6	21,8	22,1	19,0	17,0	19,2	19,7
Průměr	17,4	20,1	19,1	21,3	18,5	17,9	19,8	
N – NO ₃ (ppm)								
Orba	4,2	3,2	3,2	3,4	3,0	4,0	4,4	3,6
Minimální	4,9	3,1	4,5	3,1	2,3	4,8	6,2	4,1
Bez	7,9	5,3	7,5	4,0	3,4	4,2	5,2	5,4
Průměr	5,7	3,9	5,1	3,5	2,9	4,3	5,3	
N _{min.} – NH ₄ + NO ₃ (ppm)								
Orba	22,2	24,0	20,8	23,1	20,8	22,0	22,9	22,3
Minimální	20,8	21,9	22,5	25,3	21,0	23,4	28,0	23,3
Bez	26,2	25,9	29,3	26,1	22,4	21,2	24,4	25,0
Průměr	23,1	23,9	24,2	24,8	21,4	22,2	25,1	
Pp (ppm)								
Orba	4,5	5,0	5,0	5,1	5,1	4,3	5,0	4,9
Minimální	4,4	5,4	4,4	5,7	5,6	4,6	6,0	5,2
Bez	4,4	5,0	5,2	5,2	5,0	4,4	6,0	5,0
Průměr	4,4	5,1	4,9	5,3	5,2	4,5	5,6	

síku kejdy. Pro omezení ztrát dusíku kejdy je nutné její včasné zapravení do půdy, proto Š k a r d a (1974) její používání u technologie bez zpracování půdy nedoporučuje.

Dosažené výsledky v dostatečné míře zdůvodňují a vysvětlují výsledky Suškeviče (1982), který ve třech dlouhodobých osevních postupech na černozemních půdách kukuřičné a řepařské výrobní oblasti nezjistil významné rozdíly ve výrodnosti a obsahu organických látek v půdě (Suškevič et al., 1980) v závislosti na technologii zpracování půdy.

- AMBROŽ, Z.: Some notes on the determination of activities of certain proteases in the soil. In: Sborník Vysoké školy zemědělské v Brně, 1966, 590, č. 1, s. 57-62.
- AMBROŽOVÁ, M.: Mikrobiální procesy v půdách různě mechanicky zpracovaných. Rostl. Výroba, 22, 1976, č. 5, s. 537-546.
- BAUEMER, K. — BAKERMANS, W. A. P.: Zero — tillage. Adv. Agron., 25, 1973, s. 77-123.
- BLEVINS, et al.: Influence of no-tillage and nitrogen fertilization on certain soil properties after 5 years of continuous corn. Agric. J., 69, 1977, č. 3, s. 383-386.
- BUHTZ, E.: Stand und perspektive rationeller Bodenbearbeitung. Arch. Acker-Pfl.-Bau Bodenkde, 16, 1972, č. 1, s. 39-46.
- HASELBACH, J.: Dynamika chemických vlastností půdy v komplexu agrotechnických opatření u jarního ječmene. [Dílčí závěrečná zpráva.] Brno, VŠZ 1975.
- HRASKO, J. et al.: Rozbory pôd. Bratislava, SVPL 1962.
- HRBÁČEK, J. — PRYCKOVÁ, L. — ROZSYPAL, R.: Studium dynamiky živin při různém zpracování půdy. [Závěrečná zpráva.] Hrušovany u Brna, VÚZA 1979.
- HUGGINS, C. — TALALAY, P.: Methods of Enzymatic Analysis. AP, New York 1945.
- JURENČÁK, J.: Ovlivnění půdní struktury hnojením slámou při minimalizaci zpracování půdy a koncentrací obilnin. Rostl. Výroba, 24, 1978, č. 10, s. 1019-1029.
- JURENČÁK, J.: Efekt hnojení slámou spolu s kejdou na půdní strukturu při minimalizaci zpracování půdy. Rostl. Výroba, 25, 1979, č. 9, s. 901-914.
- KOS, M.: Výzkum fytozaniťárnych opatření v monokultúre jarního ječmene. Rostl. Výroba, 23, 1977, č. 4, s. 405-411.
- LENHARDT, G.: Die Dehydrogenaseaktivität des Bodens. Z. Pfl.-Ernähr. Bodenkde, 73, 1956, č. 1, s. 3-10.
- PRYCKOVÁ, L.: Vliv bezorebného systému na dynamiku dusíkatých látek v půdě. Rostl. Výroba, 22, 1976, č. 1, s. 33-43.
- PRYCKOVÁ, L.: Izmenenija počvennogo gumusa pod vlijanijem mineralnych udobrenij i obrabotki. In: Sborník mezinárodního sympozia „Humus et Planta“, VII, Brno 1979, s. 518-522.
- RUTHERFORD, I.: Outlook of Agriculture. Plant Protection Division, Spec. N, 8, 1975, s. 248-249.
- ŘÍDKÝ, K.: Výzkum vlastností půdního prostředí v různých agroekologických podmínkách. [Závěrečná syntetická zpráva.] Hrušovany u Brna, VÚZA 1979.
- SEGETOVÁ, V.: Využití slámy jako hnojiva. Stud. Inf. ÚVTI, Půdoznal. Melior., 1963, č. 6.
- SUŠKEVIČ, M. et al.: Vliv dlouhodobé minimalizace na rozmístění humusu v půdě. [Zpráva za časovou etapu.] Hrušovany u Brna, VÚZA 1980.
- SUŠKEVIČ, M.: Vliv minimalizace zpracování půdy k obilninám na výrobnost osevního postupu. Rostl. Výroba, 28, 1982, č. 4, s. 399-406.
- ŠKARDA, M.: Hnojení slámou. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1974.
- ŠKARDA, M. — APELTAUER, J.: Hnojení slámou. Metodiky ÚVTI, 25, č. 24, 1972, Praha.
- ŠKARDA, M. — JOKEŠOVÁ, J.: Hnojivá účinnost kejdy skotu se zaořávkou slámy a průmyslových hnojiv v řepářském výrobním postupu. Rostl. Výroba, 28, 1982, č. 6, s. 595-603.
- TALAFANTOVÁ, A.: Vliv minimalizace na některé fyzikální vlastnosti půdy. In: Sborník ČSVTS, SZ, Praha, 1977, s. 52-68.
- VANĚK, J.: Výzkum využití slámy při koncentraci obilnin ve spojení s minimalizací zpracování půdy. [Závěrečná zpráva.] Hrušovany u Brna, VÚZA 1975.
- VANĚK, J.: Hospodaření s organickou hmotou při minimální agrotechnice. [Závěrečná zpráva.] Hrušovany u Brna, VÚZA 1979.
- VYMĚTAL, V. — NESVADBA, R.: Výzkum využití slámy v monokultúre jarního ječmene. [Závěrečná zpráva.] Brno, VŠZ 1975.

Došlo dne 10. 9. 1982

РОЗСЫПАЛ, Р. — РОЗСЫПАЛОВА, З. — ЮРЖЕНЧАК, Я. — ГЕРМАН, М. — НОВОТНЫ, Я. (Научно-исследовательский институт основной агротехники, Грушованы у Брно): Влияние применяемой минимализации обработки почвы в течение несколько лет на ее плодородие. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4): 387-400.

В 1971—1982 гг. в многолетнем стационарном опыте на черноземе кукурузной производственной области в южной Моравии изучалось влияние технологий обработки почвы (вспашка, минимальная вспашка и без вспашки), способа использования соломы (уборка, заделка, сжигание) и удобрение минеральными удобрениями, или же жидким навозом (О, N, N + NPK) на некоторые характеристики почвенного плодородия. При этом не были установлены такие изменения, которые подтверждали бы отрицательное действие минимальной технологии и технологии без обработки почвы на ее плодородие при многолетнем непрерывном действии. Если же и были установлены некоторые изменения, эти изменения были в пользу новых технологий обработки почвы (аккумуляция углерода, азота, фосфора, калия), что проявлялось повышением плодородности почвы в последующем действии. Только подкисляющее влияние минеральных удобрений (сульфат аммония) явно росло с нисходящей интенсивностью обработки почвы. Применение соломы повышало содержание углерода и азота в почве и ее плодородие; сжигание соломы по сравнению с ее удалением не понижало содержания углерода и азота в почве, а позже же сжигание соломы выравнивало ее заделку. Удобрение NPK повышало содержание углерода, азота, фосфора, калия и плодородие почвы при непосредственном и последующем действии, pH, наоборот, — понижало.

удобрение соломой; удобрение NPK; многолетнее влияние

ROZSYPAL, R. — ROZSYPALOVÁ, Z. — JUŘENČÁK, J. — HERMAN, M. — NOVOTNÝ, J. (Agricultural Research Institute, Hrušovany u Brna): *The Influence of Long-term Minimum Soil Cultivation on its Fertility*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4): 387-400.

Over the years 1971 to 1982, a long-term stationary trial was performed on the chernozem of the maize production region of South Moravia. Its aim was to follow the influence of soil treatment technology (tillage, minimum tillage, zero tillage), methods of straw use (disposal, application, burning) and fertilization with commercial fertilizers or slurry (0, N, N+NPK) on some characteristics of soil fertility. No changes were observed confirming the negative influence of minimum tillage and zero tillage on the soil fertility at the long-term continuous treatment. All the found changes were in favour of the new soil treatment technologies (e. g. accumulation of carbon, nitrogen, phosphorus and potassium), which also affected subsequently the soil fertility. Only the acidifying influence of fertilizers (ammonium sulphate) was increasing markedly with the decreasing soil treatment intensity. The application of straw increased the content of carbon and nitrogen in the soil and its fertility; straw burning, as compared with its disposal, did not decrease carbon and nitrogen content in the soil; as to the subsequent effect, the effect of straw burning equalled to that of its application. The application of NPK increased the content of carbon, nitrogen, phosphorus, potassium and the soil fertility immediately and subsequently, and decreased the pH value.

straw application; NPK fertilization; long-term effect

Adresa autorů:

Ing. Roman Rozsypal, CSc., ing. Zdeňka Rozsypalová, ing. Jan Juřenčák, ing. Miroslav Hermann, CSc., ing. Jan Novotný, CSc., Výzkumný ústav základní agrotechniky, 664 62 Hrušovany u Brna

B. Vokál, E. Rindoš

VOKÁL, B. — RINDOŠ, E. (Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský, Havlíčkův Brod; Výzkumný a šlechtitelský ústav zemiakársky, Veľká Lomnica): *Vliv kejdy skotu na výnos a výtěžnost konzumních brambor*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 401-406.

V práci jsou zahrnuty tříleté výsledky 30 kombinací deseti variant organického hnojení s třemi subvariantami hnojení průmyslovými hnojivy z hlediska jejich působení na výnos a výtěžnost konzumních brambor polorané odrůdy 'Radka'. Bylo prokázáno, že při hnojení kejdou skotu je nepostradatelná její kombinace s průmyslovými hnojivy. Bylo zjištěno, že kombinace vyhovující výši výnosu hlíz vykazaly i odpovídající výtěžnost a výnos hlíz konzumní velikosti vesměs nad úroveň srovnatelné kombinace se slámou, ale i chlévským hnojem. Nejvhodnější pro hnojení konzumních brambor kejdou skotu (při průměrném obsahu 0,35 % dusíku v kejdě a spolu s odpovídající intenzitou hnojení průmyslovými hnojivy) je její aplikace po sklizni předplodiny brambor v dávce 60 až 90 m³ na 1 ha, nebo podzimní aplikace v dávce 60 m³ na 1 ha. Jarní aplikace v dávce 30 až 60 m³ na 1 ha je možná jedině za předpokladu, že nedojde ke zhoršení fyzikálních vlastností půdy.

organické hnojení; kejda skotu; průmyslová hnojiva; doba aplikace hnojiv

Nedílnou součástí systému hnojení brambor je organické hnojení umožňující nejen přívod živin pro tuto plodinu, ale zároveň vytvářející předpoklady pro efektivní využívání průmyslových hnojiv. Mimo to patří k základním podmínkám pro zvyšování úrodnosti půd a k důležitým předpokladům pro dosahování odpovídající výrobnosti osevního sledu. I když základním organickým hnojivem je hnůj, nelze v žádném případě podceňovat a nevyužít ostatní zdroje, které má zemědělství k dispozici. K nim patří např. zelené krmení, průmyslově vyráběné komposty a především výkaly z bezstelivových stájí skotu a prasat.

Kejda skotu svým charakterem a vlastnostmi má základní předpoklady (Š k a r d a, 1978) uplatnit se i pro organické hnojení brambor. Předložená práce je zaměřena na ověření tohoto předpokladu u užitkového směru konzumních brambor, hodnotí výsledky z hlediska výše výnosu a výtěžnosti hlíz konzumní velikosti. Navazuje na práci (V o k á l, R i n d o š, 1981), ve které byl studován vliv kejdy skotu na celkovou stolní hodnotu a chuť hlíz a zároveň na kvalitu zušlechtěných výrobků (hranolků a lupínků) z brambor.

MATERIÁL A METODY

Přesné tříleté polní pokusy (1976—1978) byly založeny na pracovišti Výzkumného a šlechtitelského ústavu bramborářského v Havlíčkově Brodě ve Valečově (dále jen Valečov) a na pracovišti Výzkumného a šlechtitelského ústavu zemiakářského ve Velké Lomnici (dále jen V. Lomnice) s poloranou odrůdou 'Radka'.

Klimatické podmínky i agrochemická charakteristika půd odebraných před založením pokusu jsou podrobně uvedeny v práci Vokál, Rindoš (1981). Stručně lze charakterizovat vegetační období roku 1976 v porovnání s dlouhodobým průměrem jako chladnější a sušší (zejména u Valečova, u kterého byl úhrn srážek o 33,6 % nižší). Podobně i v roce 1977, ale pouze u V. Lomnice, neboť u Valečova bylo vegetační období teplotně na úrovni normálu a srážkově byl rok vlhčí (+28,7 % proti normálu). Poslední pokusný rok byl na obou pracovištích chladnější a to především u V. Lomnice (−12,9 %), u které byla zjištěna i vyšší intenzita srážek (+5,8 %).

Z hlediska agrochemické charakteristiky pokusných pozemků byly na Valečově pokusy založeny za podmínek střední (1976, 1977) až dobré (1978) zásoby přijatelného fosforu a draslíku. U V. Lomnice při jednoznačně malé zásobě fosforu, střední (1976) až dobré (1977, 1978) zásobě draslíku a dobré zásobě hořčíku (na rozdíl od Valečova, kde zásoba hořčíku byla dobrá pouze v roce 1977). Půdní reakce byla (až na výjimku roku 1978 u Valečova) na obou pracovištích slabě kyselá až kyselá.

Variety a subvarianty pokusu (při trojnásobném opakování) jsou uvedeny v tab. I.

I. Varianty a subvarianty pokusu — Experimental variants and sub-variants

Varianty organického hnojení (A) a období jejich aplikace			Označení kombinací variant a subvariant
A 1 — bez organických hnojiv			A ₁ B ₁ , A ₁ B ₂ , A ₁ B ₃
A 2 — hnůj 35 t na ha před podzimní orbou			A ₂ B ₁ , A ₂ B ₂ , A ₂ B ₃
A 3 — sláma s přídavkem 1 kg č. ž. N na 0,1 t slámy v močovíně			A ₃ B ₁ , A ₃ B ₂ , A ₃ B ₃
A 4 — kejda skotu po sklizni předplodiny brambor v dávce 60 m ³ na ha			A ₄ B ₁ , A ₄ B ₂ , A ₄ B ₃
A 5 — kejda skotu rozmetaná na slámu v dávce 30 m ³ na ha po sklizni předplodiny brambor			A ₅ B ₁ , A ₅ B ₂ , A ₅ B ₃
A 6 — kejda skotu rozmetaná na slámu v dávce 60 m ³ na ha po sklizni předplodiny brambor			A ₆ B ₁ , A ₆ B ₂ , A ₆ B ₃
A 7 — kejda skotu rozmetaná na slámu v dávce 90 m ³ na ha po sklizni předplodiny brambor			A ₇ B ₁ , A ₇ B ₂ , A ₇ B ₃
A 8 — sláma + kejda skotu rozmetaná před podzimní orbou v dávce 60 m ³ na ha			A ₈ B ₁ , A ₈ B ₂ , A ₈ B ₃
A 9 — sláma + kejda skotu rozmetaná před výsadbou (po usmykávání) v dávce 30 m ³ na ha			A ₉ B ₁ , A ₉ B ₂ , A ₉ B ₃
A 10 — sláma + kejda skotu rozmetaná před výsadbou po usmykávání) v dávce 60 m ³ na ha			A ₁₀ B ₁ , A ₁₀ B ₂ , A ₁₀ B ₃
Subvarianty hnojení průmyslovými hnojivy (B)			odrůda
B 1 — bez průmyslových hnojiv	B 2 — P v superfosfátu v dávce 157 kg č. ž. a K v draselné soli v dávce 199 kg č. ž. na 1 ha při podzimní orbě	B 3 — P a K jako v případě subvarianty B 2, N v močovíně při přípravě půdy před sazením v dávce 100 kg č. ž. na 1 ha	Radka

Výtěžnost hlíz konzumní velikosti byla stanovena tříděním vzorků odebraných před sklizní z 12 trsů jedné kombinace a zahrnuje hlízy o velikosti nad 3,5 cm po jednotném snížení zjištěné výtěžnosti o 25 % na předpokládané ztráty způsobené mechanickým poškozením, chorobami hlíz apod.

VÝSLEDKY A DISKUSE

U konzumních brambor je pro efektivnost jejich výroby rozhodující výše výnosu hlíz a výtěžnost hlíz konzumní velikosti. O velikosti rozhoduje velikostní složení hlíz jednoho trsu, ale zároveň i množství ztrát způsobené především mechanickým poškozením a chorobami hlíz. K faktorům, výraznou měrou rozhodujícím o úrovni těchto ukazatelů patří řada agrotechnických i výživářských opatření, které zároveň ovlivňují úroveň celkové stolní hodnoty a ta spolu se zdravotním stavem hlíz je určující z hlediska spotřebitele. V předchozí práci (Vokál, Rindoš, 1981) bylo prokázáno, že hnojení kejdou skotu (při porovnání s hnojem) přináší odpovídající výsledky s ohledem na požadavky kladené na stolní hodnotu a chuť hlíz, ale i kvalitu zušlechťených výrobků.

Výnos hlíz (tab. II) byl na obou pracovištích ovlivněn výrazněji hnojením průmyslovými hnojivy, než změnou organického hnojení. Zejména subvarianta B₃ s N(+PK)-hnojením zvyšovala výnosy hlíz zcela jednoznačně (v průměru u Valečova o 37,2 %, u V. Lomnice dokonce o 57,8 %). I když zvýšení výnosu N(+PK)-hnojením v kombinaci s kejdou bylo v průměru u Valečova (+22,7 %) nižší než při společné aplikaci s hnojem (41,8 %) nelze v žádném případě u tohoto užitkového směru pěstování uvažovat s vypuštěním N-hnojení. Výsledky však neznají (a to i s ohledem na zjištění ve V. Lomnici, kde bylo dosaženo zcela vyrovnaných hodnot), že je nutná diferenciací N-hnojiv v závislosti na charakteru stanoviště, období zapravení a dávce kejdy, ale i obsahu dusíku v kejdě.

Subvarianta B₂ pouze s PK-hnojením v průměru u Valečova výnos nevýrazně snížila o 2,7 %. U V. Lomnice na pozemcích s malou zásobou fosforu se PK-hnojení uplatnilo lépe a došlo ke zvýšení výnosu v průměru o 17,4 %. I přes to výnos subvarianty B₃ byl o 34,4 % vyšší než výnos u B₂ (u Valečova o 41,0 %). Zvýšení výnosu N(+PK)-hnojením subvarianty B₃, v porovnání s PK-hnojením subvarianty B₂, kolísalo dle jednotlivých variant organického hnojení a pohybovalo se u Valečova od 29,9 (A₁₀) do 57,4 % (A₁), u V. Lomnice od 26,0 (A₃) do 41,7 % (A₆). Shodně byl na obou pracovištích zjištěn nejvyšší výnos hlíz u kombinace A₁₀B₃. Výnosy variant organického hnojení ukazují, že se kejdou skotu z hlediska výnosu plně vyrovná hnoji a výrazně předčí samotné hnojení slámou. Je zřejmé, že při použití kejdy skotu pro organické hnojení konzumních brambor bude nutné počítat s poklesem účinnosti dusíku kejdy od jarní aplikace, přes aplikaci podzimní k aplikaci po sklizni předplodiny brambor. Výsledky prokázaly, že účinnost dusíku kejdy klesá se zvyšující se dávkou kejdy a k určitému poklesu došlo i při společné aplikaci se slámou.

Výnos a výtěžnost konzumních hlíz (tab. III) je ovlivňována především výší výnosu a podílem hlíz, které nevyhovují požadavkům spotřebitele. Výtěžnost konzumních hlíz se snižuje s poklesem výnosu, neboť dochází k zvýšení podílu hlíz o velikosti do 3,5 cm.

II. Vliv zkoušených variant a subvariant pokusu na výnos hlíz (t. ha⁻¹) — The influence of the tested variants and sub-variants on the yield of tubers (t. ha⁻¹)

Varianty organického hnojení (A)	Valečov				V. Lomnica			
	B 1	B 2	B 3	průměr	B 1	B 2	B 3	průměr
1	24,56	23,99	37,77	28,77	15,84	20,27	26,34	20,82
2	28,66	27,76	40,64	32,35	19,56	22,18	30,48	24,07
3	26,22	25,12	39,29	30,21	17,54	22,67	28,57	22,92
4	31,85	31,16	41,75	34,92	21,35	23,59	30,97	25,30
5	28,48	27,31	41,51	32,43	19,26	21,33	29,95	23,51
6	31,55	31,59	42,63	35,26	20,71	23,58	33,41	25,90
7	31,77	30,23	42,95	34,99	21,17	25,55	34,49	27,07
8	33,53	32,34	42,68	36,19	22,03	24,63	32,84	26,50
9	32,38	31,68	42,86	35,64	19,78	22,98	30,74	24,50
10	35,65	35,27	45,82	38,91	20,97	25,93	34,95	27,28
Průměr	30,46	29,64	41,79	33,97	19,82	23,27	31,27	24,79
Hodnoty F pro								
— organické hnojení (A)	10,9 ⁺⁺	14,8 ⁺⁺	10,3 ⁺⁺	34,5 ⁺⁺	11,47 ⁺⁺	7,57 ⁺⁺	41,57 ⁺⁺	40,94 ⁺⁺
— hnojení průmyslovými hnojivými (B)				151,8 ⁺⁺				103,28 ⁺⁺
— A × B				1,0				2,67 ⁺⁺
— roky	42,3 ⁺⁺	12,2 ⁺⁺	103,3 ⁺⁺	115,8 ⁺⁺	40,72 ⁺⁺	135,27 ⁺⁺	115,52 ⁺⁺	364,48 ⁺⁺
— roky × A	2,1 ⁺	1,6	2,4 ⁺⁺	4,3 ⁺⁺	3,88 ⁺⁺	0,95	8,22 ⁺⁺	2,99 ⁺⁺
— roky × B				7,3 ⁺⁺				4,71 ⁺⁺
Nejmenší průkazný rozdíl pro								
— organické hnojení								
P = 0,05	4,83	4,26	3,21	2,29	2,63	3,03	1,95	1,42
P = 0,01	5,68	5,06	3,77	2,65	3,09	3,57	2,29	1,64
— hnojení průmyslovými hnojivými								
P = 0,05				1,99				2,09
P = 0,01				2,59				2,72

III. Vliv zkoušených variant a subvariant pokusu na výtěžnost (‰) a výnos (t. ha⁻¹) konzumních hlíz — The influence of the tested variants and sub-variants on the net yield (‰) and yield (t. ha⁻¹) of table tubers

Varianty organického hnojení (A)	Sledovaný ukazatel výtěžnosti konzumních hlíz	Valečov				V. Lomnica			
		B 1	B 2	B 3	průměr	B 1	B 2	B 3	průměr
1	% t. ha ⁻¹	62,6 15,37	64,0 15,35	69,1 26,10	65,2 18,76	57,5 9,11	56,0 11,35	61,7 15,25	58,4 12,24
2	% t. ha ⁻¹	64,3 18,43	66,2 18,34	68,1 27,68	66,2 21,42	54,2 10,50	54,3 12,04	60,4 18,41	56,3 13,68
3	% t. ha ⁻¹	62,4 16,36	64,3 16,15	68,9 27,07	65,2 19,70	63,8 11,19	55,6 12,60	60,5 17,31	60,0 13,70
4	% t. ha ⁻¹	65,6 20,89	66,6 20,75	69,3 28,93	67,2 23,47	56,4 12,04	48,1 11,35	57,2 17,71	53,9 13,70
5	% t. ha ⁻¹	67,6 19,25	62,8 17,15	68,2 28,31	66,2 21,47	52,5 10,11	53,7 11,45	61,5 18,42	55,9 13,33
6	% t. ha ⁻¹	67,6 21,33	66,4 20,98	68,6 29,24	67,5 23,80	59,8 12,39	58,2 13,72	55,6 18,58	57,9 14,90
7	% t. ha ⁻¹	67,1 21,32	68,7 20,77	68,7 29,51	68,2 23,86	53,5 11,33	54,5 13,95	55,4 19,11	54,5 14,80
8	% t. ha ⁻¹	64,9 12,76	67,6 21,86	69,2 29,53	67,2 24,32	57,0 12,56	52,0 12,81	57,3 18,82	55,4 14,73
9	% t. ha ⁻¹	65,8 21,31	68,6 21,73	69,0 29,57	67,8 24,16	48,2 9,53	58,8 13,51	62,4 19,18	56,5 14,07
10	% t. ha ⁻¹	66,0 23,53	68,5 24,16	69,5 31,84	68,0 26,46	51,3 10,76	50,5 13,10	53,5 18,70	51,8 14,19
Průměr	% t. ha ⁻¹	65,4 19,92	66,4 19,68	68,9 28,79	66,9 22,73	55,4 10,96	54,2 12,59	58,6 18,25	56,1 13,93

V průměru byla na obou pracovištích zjištěna nejvyšší výtěžnost při hnojení subvarianty B₃ a tato okolnost ve spojení s výnosem hlíz (tab. II) vedla k zvýšení produkce konzumních hlíz o 44,5 % u Valečova a dokonce o 66,5 % u V. Lomnice (při porovnání se subvariantou B₁). Při porovnání se subvariantou B₂ se u Valečova tento rozdíl ještě zvýraznil a přes snížení u V. Lomnice (na 45,0 %) je i z tohoto ukazatele zřejmé, že N(+PK)-hnojení nelze vynechat.

U výnosové nejlepší subvarianty B₃ se z variant organického hnojení nejlépe umístila u Valečova varianta A₁₀ (z hlediska výtěžnosti — 69,5 % i výnosu konzumních hlíz — 31,84 t.ha⁻¹). U V. Lomnice se umístila výtěžnost (62,4 %) i výnosem varianta A₉ (19,18 t.ha⁻¹). Rozdíly mezi variantami s kejdou skotu jsou poměrně malé a v podstatě se potvrdilo zjištění uvedené při hodnocení hlíz. Lze konstatovat, že i z hlediska tohoto ukazatele jsou při použití kejdy skotu všechny předpoklady pro dosažení odpovídající výtěžnosti hlíz konzumní velikosti.

Literatura

ŠKARDA, M.: Rezervy v organickém hnojení z hlediska současné technologie výroby a použití organických hnojiv v ČSSR. In: Organická rezerva ve výživě a hnojení rostlin. Praha, Sborník ČSAZV 1978, s. 19-49.

VOKÁL, B. — RINDOŠ, E.: Studium vlivu kejdy skotu na výnos a kvalitu stolních brambor. [Dílčí závěrečná zpráva.] Archiv VŠÚB Havlíčkův Brod, 1979.

VOKÁL, B. — RINDOŠ, E.: Vliv kejdy skotu na kvalitu konzumních hlíz. Vědecké práce VŠÚB, 8, 1981, s. 151-165.

Došlo dne 8. 11. 1982

VOKÁL, B. — RINDOŠ, E. (Research Institute of Potato Growing and Breeding, Velká Lomnice): *The Influence of Cattle Slurry on the Yield and Net Yield of Table Potatoes*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 401-406.

Three-year results of 30 combinations of ten variants of organic fertilization with three sub-variants of fertilization with commercial fertilizers are treated from the viewpoint of their effect on the yield and net yield of table potatoes of the semi-early cultivar 'Radka'. It was proved that the cattle slurry application must be combined with fertilizers. It was found out that the combinations with a satisfactory tuber yield also had the corresponding net yield and the yield of tubers of the table size, mostly above the level of a comparable combination with straw and with farmyard manure. The most suitable manuring of table potatoes with cattle slurry (at the mean nitrogen content in slurry amounting to 0.35 %, along with the corresponding intensity of fertilizing) is its application after the harvest of fore-crop at the application rate of 60 to 90 m³ per 1 ha, and/or the autumn application amounting to 60 m³ per 1 ha. The spring application rate of 30 to 60 m³ per 1 ha is feasible only on condition that no impairment of physical soil properties takes place.

manuring; cattle slurry; fertilizers; term of fertilizer application

Adresy autorů:

Ing. Bohumil Vokál, CSc., Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský, 580 03 Havlíčkův Brod

Ing. Eduard Rindoš, CSc., Výzkumný a šlechtitelský ústav zemiakársky, 059 52 Velká Lomnica

J. Chochola, R. Halíková

CHOCHOLA, J. — HALÍKOVÁ, R. (Výzkumný a šlechtitelský ústav řepářský, Semčice): *Interakce mezi hnojením slámou, dusíkem a fosforem u cukrovky*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 407-416.

V polních pokusech na hlinité černozemi a na jílovitohlinité nivní půdě byl zjišťován vliv hnojení dusíkem, fosforem a slámou na výnosy cukrovky a vliv interakcí mezi hnojením dusíkem a slámou, mezi hnojením fosforem a slámou. Hnojení fosforem v intervalu 0 až 88 kg.ha⁻¹ P neovlivnilo výnosy ani jakost cukrovky. Hnojení dusíkem v intervalu 0 až 240 kg.ha⁻¹ do výše rozdílné podle stanovišť a ročníku zvyšovalo výnosy cukrovky a v celém rozsahu snižovalo jakost cukrovky. Optimální dávka dusíku měřená výnosem rafinády kolísala od 60 do 240 kg.ha⁻¹ N. Hnojení slámou bez dusíkatého hnojení snižovalo výnosy rafinády. S dávkou slámy rostla optimální dávka dusíku zhruba o 10 kg na 1 t slámy. Maximální dosažitelný výnos byl na hlinité černozemi vyšší bez hnojení slámou, naopak, na těžké nivní půdě byl výnos při optimální dávce dusíku vyšší se slámou než bez ní. Vlivem slámy poklesl obsah nitrátového dusíku v půdní vrstvě 0 až 30 cm na černozemi začátkem července, na nivní půdě až v září. Navrhuje se vysvětlení rozdílného působení na výnos vhodnější dynamikou imobilizace a mineralizace dusíku na nivní půdě. Imobilizace na černozemi spadá do období vysokých nároků na dusík a zpožďuje vývoj cukrovky. Interakce mezi hnojením fosforem a slámou vyvolávala snížení výnosu rafinády. Tento jev je vysvětlován urychlením přeměn slámy působením fosforu na energetiku biochemických reakcí a posunutím imobilizace dusíku do ranějšího období, kdy má cukrovka velké nároky na dusík.

půdní dusík; mineralizace dusíku; imobilizace dusíku

Závislost tvorby výnosu cukrovky na dusíkaté výživě má výrazně dynamický charakter. V raných fázích vývoje má cukrovka vysoké nároky na dusík a využívá ho pro tvorbu chrástu a pro intenzivní růst biomasy vůbec. V pozdějším období, kdy větší část výnosových přírůstků tvoří sacharóza, působí zvýšená dusíkatá výživa na snížení těchto žádoucích přírůstků [Beiss a Winner, 1975; Förster, 1970]. S tímto průběhem potřeby souhlasí obvykle i průběh mineralizace dusíku půdní zásoby. Maximální obsah minerálního dusíku bývá zjišťován zpravidla v červnu, později klesá jak vlivem odběru rostlinami, tak z důvodu nižší mineralizace [Fayerabend a Winner, 1981]. Často se ovšem setkáváme s nepříznivými odchylkami od popsaného průběhu, při nichž dochází k významné mineralizaci dusíku ještě v srpnu. [Chochola, 1981]. Základní faktory vedoucí k určité dynamice přeměn organické hmoty v půdě (a tím i k průběhu přeměn dusíku) jsou teplota

a vlhkost půdy, poměr aerobních a anaerobních pochodů a kvalita přeměňovaných organických látek, zejména jejich poměr C/N (Novák, 1972, 1973). Nejsnáze realizovatelné ovlivnění těchto faktorů se jeví u kvality organických látek organickým hnojením.

V dosavadních pracích k organickému hnojení byly řešeny především otázky vhodného druhu organických hnojiv a nejvhodnější technologie jejich využití, balance organické hmoty v půdě apod. Zaměřili jsme se na studium problémů, zda je možno organickým hnojením ovlivnit dynamiku dusíkaté výživy, resp. jak opatření, která by teoreticky měla ovlivnit dynamiku přeměn organické hmoty v půdě, působí na výnos a jakost cukrovky. Pro tento účel se sláma se svým širokým poměrem C/N jeví jako velmi příhodný modelový objekt, přestože její využití k organickému hnojení v ČSSR má dnes jen malý význam.

MATERIÁL A METODY

Uvedená problematika byla řešena formou polních hnojařských pokusů na dvou klimaticky totožných a půdní zrnitostí odlišných stanovištích na Šlechtitelské stanici VŠÚŘ Kralice na Hané.

Charakteristika stanovišť:

		I		II	
		0—30	30—60	0—30	30—60
Půdní typ		černozem		nivní půda	
Půdní druh		hlinitá		jílovitohlinitá	
C _{ox}	‰	1,52	1,27	1,61	1,49
N _t	‰	0,17	0,14	0,17	0,15
pH _{KCl}		7,3	7,3	7,1	7,1
CaCO ₃	‰	0	0	0	0
P	mg/kg	82	69	88	47
K	mg/kg	171	144	155	136
Mg	mg/kg	118	133	207	213

Klimatické poměry v pokusných letech:

	Srážky (mm)			°C		
	1977/78	1978/79	1979/80	1977/78	1978/79	1979/80
X—III	102,0	206,7	138,2	3,3	2,4	2,0
IV	54,3	61,7	35,5	7,8	8,0	6,5
V	68,1	39,0	47,9	12,7	14,2	10,4
VI	53,6	102,0	76,4	16,1	18,9	15,5
VII	66,8	47,9	90,2	16,8	16,4	17,0
VIII	34,5	61,1	79,9	16,8	18,2	17,0
IX	21,0	32,7	27,0	13,7	14,8	12,6

Pokusy byly uspořádány jako třífaktorové při úplném znáhodnění pokusných členů bez opakování.

Faktory a jejich úrovně:

1. Hnojení dusíkem
0, 60, 120, 180 a 240 kg . ha⁻¹ N
2. Hnojení fosforem
0, 44 a 88 kg . ha⁻¹ P
3. Hnojení slámou
0, 2 a 5 t pšeničné slámy na ha.

Varianty pokusu tvořily všechny možné kombinace úrovní pokusných faktorů.

Plocha pokusné parcely byla 54 resp. 40 m², z toho sklizňová 27 resp. 20 m². Hnojení slámou a fosforem (SP) se provádělo v září, hnojení dusíkem (LAV) v jediné dávce v březnu, asi dva týdny před setím cukrovky. Pěstována byla odrůda 'Dobrovická A'.

Poznámky k zjišťovaným hodnotám:

- obsah nitrátového dusíku byl v půdě stanovován ve vysušených půdních vzorcích (20 °C) při průměrně třítydenní skladovací době,
- výnos kořenů a chrástu byl zjištěn zvážením sklizňové plochy v chrástu po seřezání pomritzkým nožem, u kořenů po mechanizovaném vyorání,
- vzorky pro stanovení jakosti kořene a obsahu sušiny a živin v kořeni byly připraveny ze 30–40 kořenů z každé parcely,
- u chrástu byla vzorkována vzorkovací trubkou celá sklizeň,
- optimální dávka dusíku byla stanovena jako vrchol výnosové paraboly proložené výnosovými charakteristikami ($Y = A + BX + CX^2$).

VÝSLEDKY

V tab. I jsou přehledně uvedeny podle jednotlivých faktorů nejdůležitější charakteristiky jako průměry za pokusné ročníky a stanoviště. S výjimkou vlivu dusíku na výnos chrástu, na výtěžnost a cukernatost nejsou zjištěny významné rozdíly; na proměnlivosti se ve větší míře podílí vliv ročníku a stanoviště než zkoušené faktory. Zcela bez vlivu na výnosy cukrovky zůstal fosfor. Tato skutečnost souvisí jistě s velmi dobrou zásobou této živiny podle agrochemického zkoušení jak v ornici, tak v podorníci. U slámy se u všech ukazatelů projevuje jistá tendence k poklesu ať už výnosů nebo jakosti či odběru dusíku. Překvapivý je zde pokles jakosti při současném poklesu odběru dusíku a logicky souvisejícím poklesu výnosu chrástu. Naproti tomu působení dusíku v průmyslových hnojivech zcela spadá do rámce dosavadních zjištění: pravidelný pokles cukernatosti a ještě výraznější u výtěžnosti s dávkou dusíku, růst výnosu chrástu, optimální dávka pro výnos kořenů mezi 120 a 180 kg . ha⁻¹ N, pro výnos digesčního cukru kolem 120 kg a pro rafinádu kolem 100 kg. Využití dusíku průmyslových hnojiv se pohybuje kolem 50 %, při vyšších dávkách klesá.

Výsledky při hnojení dusíkem, vzhledem k jeho vysoké mobilitě, se mohou v jednotlivých ročnících značně lišit. Podobný vliv je třeba očekávat i u slámy, která přeměny dusíku v půdě a tudíž i dostupnost pro rostliny ovlivňuje. Pro integrální výnosový ukazatel — výnos rafinády — jsou proto uvedeny v tab. II výsledky v členění podle ročníků a stanovišť.

I v tomto případě je neprokazatelný vliv fosforu. U tohoto ukazatele je ovšem možno konstatovat rozdílný vliv ročníku na výnosovou úroveň na střední a těžké půdě. Zatímco na středně těžké půdě nejsou

I. Vliv hnojení N, P a slámou na výnos a jakost cukrovky a na odběr dusíku —
The influence of nitrogen, phosphorus and straw fertilization on the yield and
quality of sugar beet and on the nitrogen uptake

Faktor	Stupeň kg(t)/ha	Výnos t/ha		Cuker- natost %	Výtěž- nost %	Výnos kg/ha		Odběr N kg/ha
		kořenů	chrástu			dg. cukru	raf.	
N	0	48,2	29,3	17,48	13,59	8430	6550	189
	60	49,3	32,1	17,43	13,64	8590	6720	220
	120	51,5	36,5	17,27	13,33	8890	6860	256
	180	51,0	37,5	16,97	12,94	8600	6600	275
	240	50,1	41,1	16,74	12,61	8390	6320	298
$P_{0,05}$		5,2	2,9	0,36	0,43	632	490	46
P	0	50,2	35,1	17,18	13,24	8620	6650	234
	44	49,8	35,4	17,27	13,31	8600	6630	238
	88	49,9	35,4	17,10	13,12	8530	6550	239
$P_{0,05}$		3,8	2,1	0,30	0,33	565	473	29
Sláma	0	50,5	35,8	17,17	13,27	8670	6700	244
	2,0	49,9	35,1	17,20	13,24	8580	6600	237
	5,0	49,7	33,9	16,99	13,16	8440	6540	235
$P_{0,05}$		3,8	2,1	0,30	0,33	565	473	29

výrazné ročníkové rozdíly, na těžké půdě jsou výnosy vyšší v ročnících 1979 a 1980 s vysokými srpnovými srážkami a vyššími letními teplotami.

Zvýšení výnosů na těžké půdě spadá na vrub zejména vysoké jakosti. S výjimkou roku 1978 na těžké půdě se při hnojení dusíkem projevuje výrazný pokles výnosu rafinády při vysoké dávce 240 kg . ha⁻¹ N. Pro vliv dusíkatého hnojení je charakteristické, že interval, v němž je dosahován maximální výnos, je velmi široký — např. v roce 1979 na středně těžké půdě je prakticky téhož výnosu dosahováno dávkou 60, 120 a 180 kg . ha⁻¹ N. Tato skutečnost souvisí s opačným vlivem dusíku na ukazatele, z nichž je výnos rafinády vypočítán — na výnos kořenů a výtěžnost rafinády. Při idealizaci pokusných výsledků proložením výnosové křivky je proto možné počítat se značnou šíří intervalu, v němž se výnos významně nemění. I v těchto ekologicky velmi podobných podmínkách je pozoruhodná šíře, v níž kolísají dávky potřebné pro maximální výnos — 60 kg v roce 1979 na střední půdě a 240 kg v roce 1978 na těžké půdě.

Vliv slámy na výnos rafinády nebylo ani v případě jednotlivých ročníků možno většinou prokázat. Ve čtyřech případech ze šesti je však tendence k poklesu výnosu. Průměrný vliv slámy vypočítaný ze všech dávek dusíkatého hnojení ovšem neukazuje známou interakci mezi N-hnojením a slámou (Š k a r d a, 1970), podle níž je nutno při hnojení

Faktor	Stupeň kg(t)/ha	Střední půda				Těžká půda			
		1978	1979	1980	Ø	1978	1979	1980	Ø
N	0	6030	5910	6820	6250	4671	8270	7540	6830
	60	5790	6090	6740	6210	5352	8840	7640	7280
	120	6180	6030	6880	6450	5362	8760	7530	7220
	180	5930	6040	6210	6060	5736	8290	7290	7100
	240	5540	5800	5750	5700	5890	7900	7200	7000
$P_{0,05}$		543	355	482	—	536	619	377	—
P	0	5920	6080	6610	6200	5372	8440	7480	7100
	44	6020	6040	6450	6170	5501	8320	7360	7060
	80	5730	5960	6380	6030	5363	8470	7480	7100
$P_{0,05}$		384	280	411	—	403	492	312	—
Sláma	0	6040	6160	6490	6230	5313	8700	7440	7150
	2	5760	6100	6410	6060	5562	8200	7570	7110
	5	5880	5910	6530	6110	5366	8340	7310	7000
$P_{0,05}$		384	280	411	—	403	492	312	—

slámou zvýšit dávku dusíku. Vzhledem k tomu, že vliv slámy se v jednotlivých ročních zásadně neliší, vypočítali jsme za celé pokusné období interakce mezi hnojením dusíkem a slámou a podle dávek dusíku proložili touto interakcí výnosové křivky typu paraboly (tab. III). Na obou půdních druzích dochází bez hnojení dusíkem vlivem slámy k poklesu výnosů (parametr A). Rovněž na obou stanovištích se s dávkou slámy zvyšuje optimální dávka dusíku (přičemž pro těžkou půdu jsou optimální dávky vždy vyšší). Rozdílný je maximální dosažitelný výnos (vrchol výnosové křivky). Na středně těžké půdě je bez hnojení slámou vyšší, naopak, na těžké půdě je možno při správné volbě N-hnojení výnosy s použitím slámy zvýšit. Ze srovnání optimálních dávek dusíku vyplývá, že množství dusíku, o němž je potřeba N-hnojení zvýšit se pohybuje kolem 10 kg na 1 t slámy.

Vliv slámy na dostupnost půdního dusíku dokumentuje tab. IV. Již v předjaří nalézáme určitý pokles obsahu dusíku vlivem slámy a tento pokles se během vegetace relativně prohlubuje. Bez vlivu na obsah nitrátů v půdě je v souladu s očekáváním fosfor, nejsilněji se pochopitelně prosazuje dusík. Vliv dusíkatého hnojiva na obsah nitrátů roste s dávkou, v každém případě však nalézáme v půdních vzorcích jen zlomek aplikované dávky. Příčinou je odběr rostlinami, možný posun části dusíku do nevzorkovaných hloubek a konečně i neúplná nitrifikace či dokonce imobilizace dusíku hnojiv.

III. Výnosové křivky interakce sláma X N-hnojení pro rafinádu — The yield curves of the refined sugar; straw X N-fertilization interaction

Parametr výnosové paraboly $Y = A + BX + cX^2$	Bez slámy	2 t slámy/ha	5 t slámy/ha
středně těžká půda			
A	6462	6069	6114
B	3,660	5,280	2,300
C	-0,031	-0,030	-0,011
ODN ⁺ kg N/ha	59	89	105
maximální dosažitelný výnos kg/ha	6569	6305	6236
těžká půda			
A	7332	7118	6817
B	2,651	7,521	11,549
C	-0,016	-0,036	-0,042
ODN ⁺ kg N/ha	84	106	136
maximální dosažitelný výnos kg/ha	7443	7517	7586

+ ODN — optimální dávka dusíku

IV. Obsah nitrátového dusíku (mg/100 g půdy) v půdní vrstvě 0 až 30 cm — The content of nitrate nitrogen (mg/100 g of soil) in the soil layer of 0 to 30 cm

Faktor	Hnojení kg(t)/ha	NO ₃ ⁻ — N 12. týden	Hnojení kg/ha ⁻¹	NO ₃ ⁻ — N týden	
				27. — 28.	36. — 37.
N	0	—	0	0,68	0,35
	0	—	60	0,83	0,44
	0	—	120	1,04	0,48
	0	—	180	1,37	0,59
	0	—	240	1,80	0,83
P	0	—	—	1,21	0,59
	44	—	—	1,06	0,52
	88	—	—	1,16	0,54
Sláma	0	1,01	—	1,20	0,62
	2	0,92	—	1,22	0,56
	5	0,94	—	1,02	0,46

V. Vliv slámy na obsah nitrátového dusíku v půdě během vegetace cukrovky na střední a těžké půdě — The influence of straw and nitrate nitrogen content in the soil during the sugar beet vegetation period in the medium and heavy-textured soil

Dávka slámy t/ha	Střední půda		Těžká půda	
	27.—28. týden	36.—37. týden	27.—28. týden	36.—37. týden
	mg NO ₃ /100 g			
0	1,68	0,66	0,72	0,58
2	1,52	0,66	0,92	0,45
5	1,26	0,62	0,78	0,40

Ze sledování nitrátového dusíku během vegetace je možno soudit i na příčiny rozdílného působení slámy na tvorbu maximálního výnosu na střední a těžké půdě (tab. V). Zatímco na střední půdě vystupuje pokles obsahu dusíku vyvolaný jeho imobilizací při přeměnách slámy zřetelně začátkem července, v době největších nároků cukrovky na dusík, na těžké půdě klesá obsah dusíku v době vyžrávání — v září.

Druhou studovanou interakcí byl vztah mezi hnojením slámou a hnojením fosforem. Podobně jako u dusíku jsme proložili výnosové křivky výnosy rafinády při různých dávkách fosforu vždy pro určitou úroveň hnojení slámou (tab. VI). Na střední půdě stoupá výnos rafinády s dáv-

VI. Výnosové křivky interakce sláma X P-hnojení pro rafinádu — Yield curves of the refined sugar; straw X P-fertilization interaction

Parametr	Bez slámy	2 t slámy/ha	5 t slámy/ha
středně těžká půda			
A	6133	6063	6417
B	14,943	4,432	— +
C	—0,174	—0,061	— +
ODP ⁺⁺ kg P/ha	43	36	0
maximální dosažitelný výnos kg/ha	6453	6144	6417
těžká půda			
A	7280	7287	7165
B	— +	1,909	7,693
C	— +	—0,030	—0,073
ODP ⁺⁺ kg P/ha	88	32	53
maximální dosažitelný výnos kg/ha	7531	7317	7369

+ Výsledky dávají neinterpretovatelný konvexní průběh křivky

++ Optimální dávka fosforu

kou slámy při nulovém fosforečném hnojení. Maximálního výnosu lze zde dosáhnout buď bez hnojení slámou střední dávkou fosforu nebo bez hnojení fosforem vyšší dávkou slámy. I na těžké půdě klesá s hnojením slámou optimální dávka fosforu a maximální výnos je dosahován vysokým hnojením fosforem bez slámy. Ovlivnění výnosů rafinády zkoumanou interakcí je však na těžké půdě absolutně i relativně menší.

DISKUSE

Výsledky pokusu potvrdily dřívější poznatky o rozhodujícím vlivu interakce mezi hnojením dusíkem a slámou na využití slámy jako organického hnojiva (Škarda, 1970; Ansorge, 1966). Potvrdil se i kvantitativní poměr mezi dávkou slámy a potřebným zvýšením dávky dusíku. Podrobnější zkoumání potenciálně dosažitelných výnosů na různých půdních druzích však ukázala, že všeobecně kladné hodnocení slámy jako organického hnojiva má svá úskalí. V průměru všech pokusných výsledků došlo spíše ke snížení výnosů než ke zvýšení. Takové hodnocení je však nesprávné, neboť v sobě zahrnuje (při správně volené dávce dusíku) negativní ovlivnění výnosu na středně těžké půdě a pozitivní na těžké. Tento rozpor vysvětlujeme různou dynamikou mobilizace půdního dusíku během vegetace cukrovky na zkoumaných půdních druzích. Na středně těžké půdě se imobilizace dusíku projevila v období největších nároků cukrovky na dusík — začátkem července. V červnu a v červenci přijímá cukrovka 75 % celkové potřeby dusíku (Chochola, 1981); snížení odběru má za následek zdržení v budování listové růžice. Na těžké půdě se v tomto období imobilizace neprojevila (spíš jde o náznak určitého zvýšení obsahu NO_3^- -N) a zřetelně vystoupila až koncem srpna. V tomto období vyžrávání cukrovky jsou výnosové přírůstky tvořeny především sacharózou a množstvím chrástu (kde je většina dusíku soustředěna) se začíná zmenšovat. Snížení dusíkaté výživy v tomto období se projevuje vzrůstem jakosti a výnosu cukru (Förster, 1970). Na těžké půdě se takto prostřednictvím slámy podařilo zvýraznit fázový příjem dusíku s vysokým odběrem v první části vegetace a s deficitem ve druhé. Na středně těžké půdě proběhly přeměny slámy (pravděpodobně v důsledku všeobecně lepšího fyzikálního stavu těchto půd) rychleji a tato skutečnost se projevila negativně. Určité náznaky závislosti účinku hnojení slámou na dynamice přeměn dusíku jsme odvodili již v předchozí práci věnované tomuto tématu (Chochola, 1977). V tomto případě jsou zjištěné obsahy nitrátového dusíku ve dvou odlišných vegetačních fázích přímým poděpením vyslovené hypotézy.

Z podobných pozic je možno navrhnout vysvětlení interakcí mezi hnojením slámou a fosforem. Fosfor se účastní biochemických pochodů při přeměně slámy velmi univerzálně jako součást nukleofosfátů přenašejících biochemicky využitelnou energii. V modelových pokusech se skutečně měnila dynamika přeměn slámy při různých přídavicích fosforu (Novák, 1976). Zdá se, že přírůstek fosforu v našich pokusech uspíšil nevýhodnou imobilizaci dusíku (eventuálně následující mobilizaci při vyžrávání cukrovky), takže současné použití slámy a fosforu vedlo na obou půdních druzích ke snížení výnosu rafinády. Významnou námitkou proti tomuto vysvětlení může být vysoká zásoba fosforu v pů-

dě podle agrochemického zkoušení, která by měla vliv poměrně nevysokého přímého hnojení setřít. Je možno si ovšem představit kombinaci vlivů za nichž se přímé hnojení přesto prosadí: hnojení fosforem bylo aplikováno současně se slámou a zaoráno do stejné vrstvy, která si — vlivem izolačního působení slámy — vytváří vlastní vlhkostní režim. V této vrstvě nedochází k tak rychlé chemické sorpci fosforu jako jinde v půdě, nýbrž naopak, fosfor dodaný hnojením zde ve větší míře vstupuje do biologických vazeb a z nich může ještě v příštím vegetačním období biochemické pochody ovlivňovat.

Sláma tedy může být regulátorem dynamiky dusíkaté výživy cukrovky. I když absolutní výše změn obsahu dostupného dusíku v půdě není vysoká, projevuje se ve výnosu rafinády a při navození vhodné dynamiky s projevy imobilizace v srpnu — září zvýšením výnosu. Toto příznivé působení je spojeno s pomalejšími přeměnami slámy v půdě; při jejich urychlení se účinek rychle mění na negativní. Zatím nejsme s to odhadnout pro různá stanoviště rychlost přeměn. Praktická doporučení je proto třeba směřovat tak, aby byla minimalizována možnost nepříznivých účinků během vegetace, tzn. k přenesení imobilizační fáze už do podzimního období. Tomu odpovídají dnešní doporučení k současnému použití slámy a kejdy, zpracování slámy rotavátorováním apod. Snaha o zvýšení jakosti cukrovky však zřejmě během krátké doby povede i k využívání rezerv, které v tomto směru jsou v podpoření fázové dusíkaté výživy. Proto je nutno otázky předvídání rychlosti přeměn organických hnojiv dynamiky mobilizace dusíku v půdě intenzivně studovat. Existuje reálná naděje, že bude potom možno v určitých případech v praxi hnojením slámou dynamiku dusíkaté výživy cukrovky příznivě ovlivňovat a rozšířit tak využití tohoto organického hnojiva.

Literatura

- ANSORGE, H.: Ergebnisse von sechsjährigen Versuchen zum Überprüfen verschiedener organischer Düngemittel, insbesondere der Strohdüngung, auf verschiedener Standorten. *Albrecht-Thear Archiv*, 1966, č. 11, s. 1035-1045.
- BEISS, U. — WINNER, C.: Ertragsbildung, Nährstoffaufnahme und Nährstoffnutzung der Zuckerrübe. *Zucker*, 28, 1975, s. 461-471.
- FEYERABEND, I. — WINNER, C.: Stickstoffmobilisierung in einem Lössboden ohne Bewuchs und unter Zuckerrüben. *Zuckerindustrie*, 106, 1981, s. 692-699.
- FÖRSTER, H.: Die Auswirkungen verschiedener varierter Ernährungsbedingungen auf den Ertrag und Qualität der Zuckerrübe. *Zucker*, 23, 1970, č. 12, s. 343-346.
- CHOCHOLA, J.: Příspěvek ke hnojení slámou u cukrovky. *Rostl. Výroba*, 23, 1977, č. 9, s. 993-1000.
- CHOCHOLA, J.: Odběr dusíku a vývoj cukernatosti různě hnojené cukrovky. *Rostl. Výroba*, 27, 1981, č. 10, s. 1041-1050.
- NOVÁK, B.: Effect of increasing amounts of nitrogen on the microbial transformation of straw in soil. In: *Proceedings of the Symposium on soil microbiology*. Budapest, *Academiai Kiadó* 1972, s. 49-53.
- NOVÁK, B.: Ausnutzung der biochemischer Teste in der Bodenmikrobiologie. VI. Beurteilung der auf die biologischen Vorgänge einwirkenden physiologischen Bedingungen. *Zbl. Bakt.* II, 128, 1973, s. 515-523.
- NOVÁK, B.: Effect of inorganic nitrogen and Phosphorus on the straw decomposition in soil. Referát na VIII. mezinárodním kongresu o průmyslových hnojivech, Moskva, 1976.
- ŠKARDA, M.: Vliv zaorání slámy na účinnost a bilanci dusíku. *Rostl. Výroba*, 16, 1970, č. 1, s. 81-90.

Došlo dne 8. 11. 1982

ХОХОЛА, Я. — ГАЛИКОВА, Р. (Научно-исследовательский и селекционный институт свекловодства, Семчице): Взаимодействие между удобрением соломой, азотом и фосфором у сахарной свеклы. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 407-416.

В полевых опытах на глинистом черноземе и на илесто-глинистой луговой почве определялось влияние удобрения на урожай сахарной свеклы — удобрение азотом, фосфором и соломой, — а также влияние взаимодействия между удобрением азотом и соломой, между удобрением фосфором и соломой. Удобрение фосфором в интервале 0—88 кг/га Р не влияло ни на урожай, ни на качество сахарной свеклы. Удобрение азотом в интервале 0—240 кг/га N (соответственно месту произрастания и году посева) в общем повышало урожай сахарной свеклы и понижало качество сахарной свеклы. Оптимальное количество азота, измеренное в выходе рафинада в пересчете на выход рафинада, колебалось от 60 до 240 кг/га азота. Удобрение соломой без азотного удобрения понижало выход рафинада. С количеством соломы возросло оптимальное количество азота приблизительно на 10 кг на 1 т соломы. Максимально достижимый выход на глинистом черноземе был выше без удобрения соломой, на тяжелой луговой почве урожай был при оптимальном количестве азота выше с соломой, чем без нее. Под влиянием соломы понижилось содержание нитратного азота в почвенном слое 0—30 см на черноземе в начале июля, на луговой почве — только в сентябре. Предлагается объяснение разного действия на урожай путем более подходящей динамики иммобилизации и минерализации азота на луговой почве. Иммобилизация на черноземе относится к периоду высоких требований к азоту и замедляет развитие сахарной свеклы. Взаимодействие между удобрением фосфором и соломой вызывает понижение выхода рафинада. Такое явление объясняется ускоренным преобразованием соломы под действием фосфора на энергетику биохимических реакций и сдвигом иммобилизации азота к более раннему периоду, когда сахарная свекла много требует азота.

почвенный азот; минерализация азота; иммобилизация азота

CHOCHOLA, J. — HALÍKOVÁ, R. (Research Institute of Sugar-Beet Growing and Breeding, Semčice): *The Interaction of Straw, Nitrogen and Phosphorus Fertilization in Sugar Beet*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 407-416.

The influence of fertilization on sugar beet yields was studied in field trials conducted on loamy chernozem and clay loam meadow soil: nitrogen, phosphorus and straw application and the influence of nitrogen and straw application interaction and phosphorus and straw application interaction were studied. Neither the yield nor the quality of sugar beet were affected by the phosphorus fertilization amounting to 0 to 88 kg. ha⁻¹ P. Nitrogen fertilization within the range of 0 to 240 kg. ha⁻¹ N, differentiated according to the sites and years, increased the sugar beet yield and decreased its quality completely. The optimum nitrogen application rate, related to the refined sugar yield, varied from 60 to 240 kg. ha⁻¹ N. The application of straw, without any nitrogen application, resulted in a decrease in the yield of refined sugar. With the increasing straw application rate, the optimum nitrogen rate increased roughly by 10 kg per 1 ton of straw. The maximum attainable yield was higher without straw application on the loamy chernozem, whereas on the heavy meadow soil the yield was at the optimum nitrogen application rate higher with straw than without it. The straw application caused a decrease in the nitrate nitrogen in the soil layer of 0 to 30 cm in chernozem at the beginning of July, whereas in meadow soil only in September. Different effects on the yield are explained by a more suitable dynamics of immobilisation and mineralisation of nitrogen in meadow soil. The immobilisation in chernozem falls in the period of high nitrogen demands and delays the sugar beet development. The interaction of the phosphorus and straw application caused a decrease in the yield of refined sugar. This phenomenon is explained by the acceleration of straw transformation, resulting from the phosphorus effects on the energy of biochemical reactions, and by the shift of nitrogen immobilisation to an earlier period when the nitrogen need of sugar beet is high.

soil nitrogen; nitrogen mineralisation; nitrogen immobilisation

Adresa autorů:

Ing. Jaromír Chochola, CSc., ing. Růžena Halíková, Výzkumný a šlechtitelský ústav řepařský, 294 46 Semčice

A. Srp, J. Štranc, J. Mařátko, J. Liřtanský

SRP, A. — ŠTRANC, J. — MAŘÁTKO, J. — LIŘTANSKÝ, J. (Výzkumný ústav chmelařský, Zatec): *Vliv organických a průmyslových hnojiv na výnosy chmele*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 417-424.

V roce 1972, na stanovišti Měcholupy — v poloze Údolí Zlatého potoka — na chmelnici se středně těžkou hnědozemí jsme založili dlouhodobý výživářský a hnojařský pokus. Jeho cílem je: stanovit optimální poměr a dávky živin pro chmel v aridní žatecké chmelařské oblasti, vyhodnotit potřebu organického hnojení půdy, posoudit vliv organických a průmyslových hnojiv jak na výnosy a kvalitu chmele, tak i na základní chemické a fyzikální vlastnosti půdy. Na základě šetření za období 1972—1981, předkládáme vyhodnocení vlivu různého poměru a dávek živin a organického hnojení na výnosy chmele. Z dosažených výsledků vyplývá, že absolutně nejvyšších výnosů chmele bylo dosaženo u varianty $\text{N}_{0,5}\text{P}_1\text{K}_1$ a dále pak u varianty $\text{N}_0\text{P}_1\text{K}_1$, v obou případech v kombinaci s vyššími dávkami hnoje. Plné dávky dusíku v průmyslových hnojivech, bez patřičné korekce na jeho obsah v organických hnojivech, způsobují výnosovou depresi, zejména v růstově příznivých povětrnostních podmínkách. Podobně působí i zvýšené dávky draslíku v průmyslových hnojivech. Z výsledků pokusů byly vyvozeny předběžné závěry pro racionální hnojení chmele. V pokusech byl rovněž prokázán výrazný vliv povětrnostních podmínek v době vegetace na růst, vývoj a výnosy chmele.

výživa a hnojení; hnůj; kvalita chmele

Chmel je obecně známý jako plodina velmi náročná na úrodnost půdy, zejména na její fyziologicky účinnou hloubku, humóznost, dostatek přijatelných živin, půdní reakci a celý komplex fyzikálních vlastností.

Za účelem maximálního využití potenciální výkonnosti chmelových rostlin a dosažení vysokých a stabilních výnosů musíme proto zejména v současných výrobních poměrech důsledně pečovat o příznivé edafické podmínky pro růst a vývoj chmele. Jednou z cest k dosažení uvedeného cíle je racionální hnojení chmelnic, resp. rozšířená reprodukce organické hmoty ve chmelařských půdách.

Výživou a hnojením chmele se zabýval již Horecký (1915), který kladl velký důraz na hnojení chmelnic hnojem. Velký význam organickému hnojení chmele připisovali rovněž Mohl (1924) a později i Doerell (1933). Také Klapal (1928a, b, 1950, 1958, 1972) a Klapal-Klapal (1961, 1967, 1980) připisují rozhodující význam organickému hnojení chmelnic jak pro vysokou úrodnost chmelařských půd, tak i pro dosažení vysokých a stabilních výnosů chmele. Prospěšnost kombinovaného hnojení chmele hnojem a průmyslovými hnojivy

prokázal rovněž Šrp (1972). Příznivý vliv humusu na fyzikální vlastnosti půdy potvrdil dále Štranc (1981). Škarda (1981) uvádí, že systematickým organicko-minerálním hnojením v řepařském osevním postupu vytváří zúrodněná půda nejvhodnější výrobní podmínky pro následný chmel.

MATERIÁL A METODY

Pokusy jsme založili v roce 1972 na chmelnici školního statku SZTŠ v Žatci (katastrální území Měcholupy). Pokusná chmelnice s názvem „Pod hláskou“, reg. č. 68, 69, byla osázena v roce 1970 Osvaldovým klonem č. 72, ve sponu rostlin 260 × 110 cm. Průměrná nadmořská výška chmelnice je 277 m. Povrch chmelnice je mírně skloněn k severu.

Zájmové území se nachází v žatecké chmelařské oblasti, v poloze Údolí Zlatého potoka. Klimaticky lze území zařadit do oblasti velmi suché, mírně teplé s mírnou zimou. Pravděpodobnost výskytu suchých let je 25 až 50%. Půdním typem je hnědozem s typickým illimerizačním procesem. Matečný substrát tvoří svahovina z permokarbonských uloženin.

Popis profilu půdy pokusné chmelnice:

- hor — hloubka orniční vrstvy do 28 cm, červenohnědé barvy, drobtovité struktury, písčitohlinitá až hlinitá, ulehlá,
- h (i) — hloubka do 46 cm, hnědočervené barvy, polyedrické až kostkovité struktury, hlinitý, silněji ulehlý, silně prokořeněný (kořeny chmele o průměru do 25 mm),
- iP — hloubka do 79 cm, rezivěhnědé barvy, kostkovité struktury, hlinitý až jílovitohlinitý, silněji ulehlý, středně prokořeněný (kořeny chmele o průměru do 6 až 8 mm),
- Pca — od 79 cm matečný substrát — permská uloženina, červenohnědé barvy, hlinítopísčité, silněji ulehlý, slabě prokořeněný (v 120 cm kořeny chmele o průměru do 2 až 3 mm).

Hladina spodní vody nezjištěna, v celém profilu je příměs křemitých oblázků. Dlouhodobý výživářský a hnojařský pokus jsme založili metodou znárodněných bloků s devíti variantami ve čtyřech opakováních. Velikost jedné pokusné parcelky je 90 m². Výchozí výsledky agrochemického zkoušení půd jednotlivých parcel jsou uvedeny v tab. I.

I. Zásoba živin na počátku pokusů (1972) — Nutrient reserve at the beginning of trials (1972)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
pH/Kcl	6,1	6,3	6,6	6,7	6,5	7,0	6,9	7	7
P	43	45	62	55	73	62	62	50	51
K	136	102	120	120	117	113	94	77	90
Mg	105	97	100	93	93	117	94	83	95

Přehled pokusných variant:

1. Nehnojeno průmyslovými ani organickými hnojivy
2. Hnojeno jednou za tři roky hnojem
3. N₀P₁K₁ + hnojeno jednou za tři roky hnojem
4. N_{0,5}P₁K₁ + hnojeno jednou za tři roky hnojem
5. N₂P₁K₁ + hnojeno jednou za tři roky hnojem
6. N₁P₁K₀ + hnojeno jednou za tři roky hnojem

II. Přehled atmosférických srážek (1972—1981) — A survey of atmospheric precipitation (1972—1981)

Měsíce	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
	mm									
X. — III.	67,8	114,3	193,0	139,9	148,6	151,5	110,5	161,1	96,1	166,5
IV.	40,8	32,8	14,1	18,3	25,1	32,7	30,0	57,9	46,5	20,5
V.	52,2	24,8	67,4	57,7	27,6	53,5	133,1	23,5	18,3	19,3
VI.	61,8	75,4	69,0	67,3	36,3	91,5	63,8	90,4	47,3	24,6
VII.	123,7	56,1	40,9	22,3	58,5	72,6	14,6	46,7	125,7	180,8
VIII.	28,5	20,6	63,2	49,4	44,7	122,6	76,9	46,2	27,1	12,3
IX.	26,3	4,6	61,8	48,7	36,4	38,8	44,1	111,5	57,2	33,7
Roční úhrn	401,1	328,6	509,4	403,6	377,2	563,2	473,0	537,3	418,2	457,7

III. Výnos suchého chmele ($t \cdot ha^{-1}$) — The yield of dry hops ($t \cdot ha^{-1}$)

Varianta	Pokusný rok										Ø
	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	
Nehnojeno	1,20	1,22	1,15	1,02	0,94	0,85	0,77	0,80	0,83	0,70	0,94
Chlévský hnůj	0,94	1,40	1,22	1,05	1,28	1,38	0,93	1,10	0,85	0,80	1,09
N ₀ P ₁ K ₁	1,36	1,25	1,14	1,28	1,56	1,57	0,98	1,36	1,07	1,32	1,28
N _{0,5} P ₁ K ₁	1,26	1,45	1,27	1,15	1,10	1,52	1,17	1,07	1,12	1,62	1,28
N ₂ P ₁ K ₁	1,20	1,31	1,16	1,18	1,21	1,52	0,98	1,15	1,13	1,32	1,21
N ₁ P ₁ K ₀	1,23	1,33	1,18	1,05	1,07	1,30	1,02	1,07	1,09	1,52	1,18
N ₁ P ₁ K _{0,5}	1,14	1,41	1,16	1,10	1,22	1,34	1,12	1,23	1,01	1,39	1,21
N ₁ P ₁ K ₂	1,20	1,28	1,18	1,15	1,20	1,45	0,98	1,01	1,07	1,15	1,16
N ₁ P ₁ K ₁	1,13	1,54	1,27	1,20	1,55	1,46	0,91	1,04	0,89	1,29	1,22

IV. Indexový přepoččet výnosu chmele — Recalculation index of the hop yield

Varianta	Pokusný rok										$\bar{x}$
	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	
Nehnojeno	100 106	100 79	100 92	100 85	100 60	100 58	100 84	100 76	100 93	100 54	100 78
Chlévský hnůj	78 83	114 91	106 98	103 87	136 82	162 94	120 102	137 105	102 95	114 62	117 89
$N_0P_1K_1$	113 120	102 81	99 92	125 106	165 101	184 107	127 107	170 130	129 120	188 102	140 106
$N_{0,5}P_1K_1$	105 111	119 94	117 102	112 96	117 71	178 104	152 128	133 103	135 125	231 125	140 106
$N_2P_1K_1$	100 106	107 85	101 94	115 98	128 78	178 104	127 107	143 110	136 126	188 102	132 101
$N_1P_1K_0$	102 108	109 86	102 95	103 87	114 69	152 89	132 112	133 102	131 122	218 118	129 98
$N_1P_1K_{0,5}$	93 101	115 91	101 94	108 92	130 78	157 92	145 123	153 118	121 113	198 107	132 101
$N_1P_1K_2$	100 106	105 83	102 95	113 96	127 77	170 99	127 107	126 97	129 120	164 89	126 96
$N_1P_1K_1$	94 100	126 100	107 100	117 100	164 100	171 100	118 100	130 100	107 100	184 100	131 100

7. $N_1P_1K_{0,5}$ + hnojeno jednou za tři roky hnojem
8. $N_1P_1K_2$ + hnojeno jednou za tři roky hnojem
9. $N_1P_1K_1$ + hnojeno jednou za tři roky hnojem

Vysvětlivky:

- 0 — bez dodání živiny
- 0,5 — poloviční dávka živiny
- 1 — základní dávka živiny
- 2 — dvojnásobná dávka živiny

Použili jsme tyto základní dávky živin:

$N = 130 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

$P = 57,2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

$K = 130 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

S živinami v hnoji nebylo kalkulováno.

Živiny jsme dodávali v následujících hnojivech:

N — síran amonný (SA — 21 % N)

P — superfosfát (Sp — 6 % P)

K — síran draselný (SD — 42 % K)

Průmyslovými hnojivy jsme hnojili každým rokem v podzimním období před orbou. V průběhu vegetace byl ve všech variantách jednotně — ve formě mimokořenové výživy — aplikován Vegaflor v 0,3% koncentraci a močovina v 0,5% koncentraci. Dále byly všechny varianty jednotně přihnojeny ledkem vápenatým. Hnůj v dávce $50 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ byl kromě varianty č. 1 zaoráván na podzim v letech 1972, 1975, 1978 a 1981.

Chmelové rostliny z jednotlivých variant a opakování byly při sklizni strhány a uloženy na návěsy a strojně ocesány. Při česání byl stanoven průměrný výnos čerstvých hlávek připadající na jednu dvojici rév. Takto zjištěná hmotnost hlávek byla pak běžným způsobem přepočtena na výnos suchého chmele z plochy 1 ha. Ostatní agrotechnické a ochranné zásahy uplatňované na pokusné chmelnici byly jednotné, běžné.

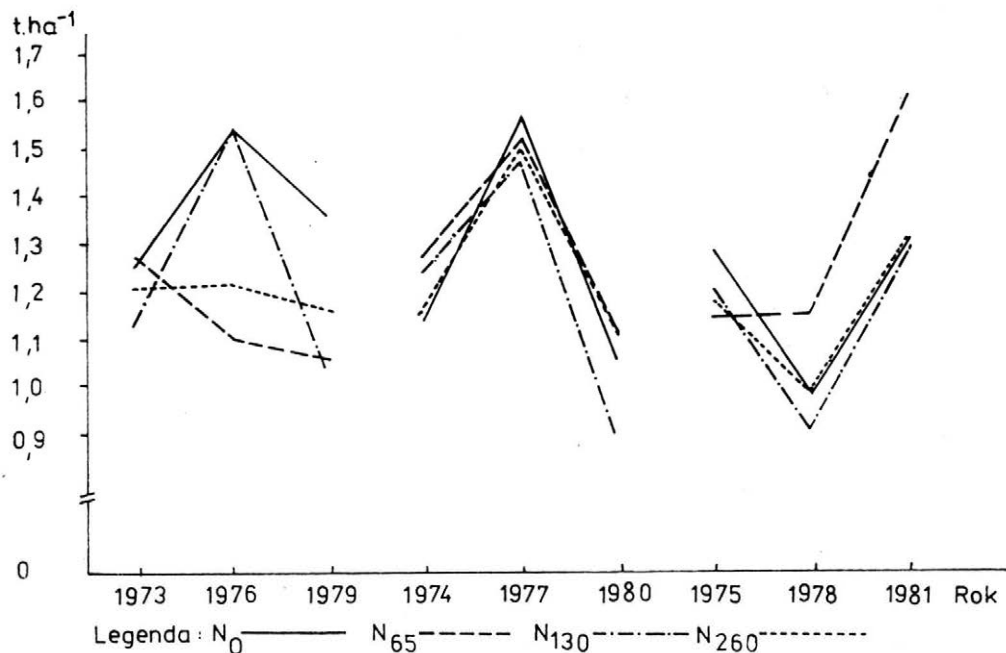
Přehled atmosférických srážek v průběhu pokusných let, na nichž rozhodující měrou závisí jak příjem a využívání rostlinných živin, tak i růst, vývoj a výnosy chmele uvádí tab. II. Údaje o výši srážek jsme získali z meteorologické stanice v Blšanech, která je vzdálena od pokusné chmelnice 6800 m.

VÝSLEDKY

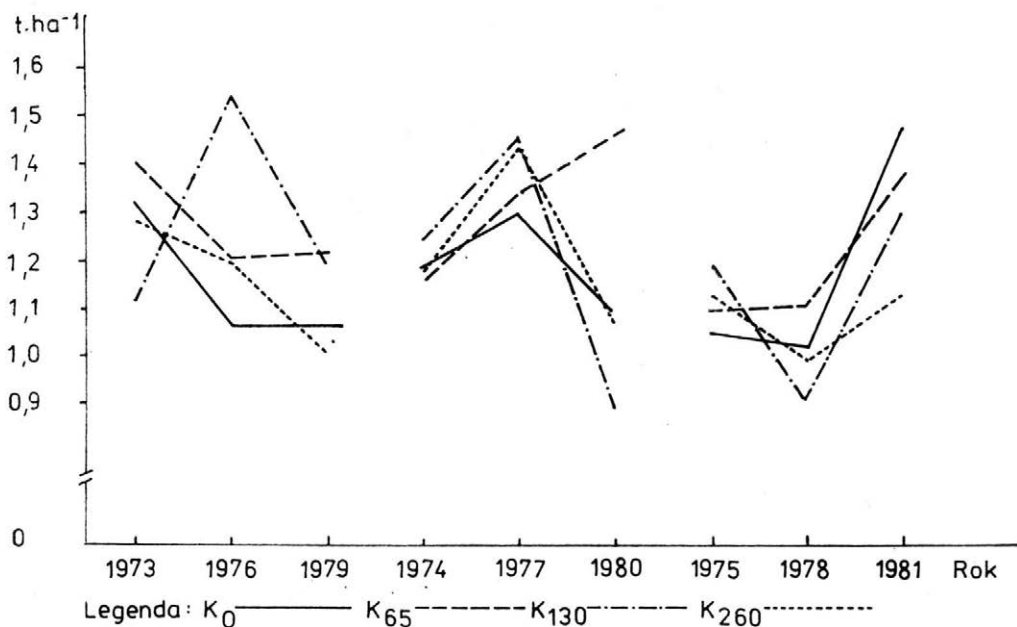
Sklizňové výsledky, resp. hektarové výnosy suchého chmele ze sledovaných variant jsou uvedeny v tab. III. Pro možnost názornějšího porovnání dosažených výsledků jsme použili metodu indexového přepočtu, při níž jsme výnosy chmele v jednotlivých letech u varianty 1 (nehnojeno) a u varianty 9 — $N_1P_1K_1$ vzali za 100 %. Výsledky zmíněného přepočtu jsme uvedli v tab. IV.

Z dosažených výsledků je patrné, že absolutně nejvyšších výnosů chmele bylo dosaženo u varianty $N_{0,5}P_1K_1$ a dále pak u varianty $N_0P_1K_1$, v obou případech v kombinaci s vyšší dávkou hnoje. Snížení výnosu oproti variantě $N_1P_1K_1$ jsme zaznamenali jak u varianty $N_1P_1K_2$, tak i u varianty $N_1P_1K_0$ a dále pak u varianty 2 při hnojení samotným hnojem jednou za tři roky. U varianty 2 docházelo k nejvýraznějšímu poklesu výnosu vždy v posledním, tj. ve třetím roce po zapravení hnoje. Jak ukazují obr. 1 a 2, značně obdobný trend ve výnosech jsme zjistili i u ostatních variant.

Z výsledků uskutečněného dlouhodobého pokusu, kdy ročníky 1972 až 1976 byly značně suché, zejména rok 1976 se vyznačoval vysokým



1. Výnos suchého chmele (t.ha⁻¹) při odstupňovaných dávkách dusíku v závislosti na cyklech hnojení chlévským hnojem — The yield of dry hops (t.ha⁻¹) at differentiated nitrogen application rates in relation to cycles of fertilizing with farmyard manure



2. Výnos suchého chmele (t.ha⁻¹) při odstupňovaných dávkách draslíku v závislosti na cyklech hnojení chlévským hnojem — The yield of dry hops (t.ha⁻¹) at differentiated potassium application rates in relation to cycles of fertilizing with farmyard manure

deficitem vláhy v půdě a naopak roky druhé poloviny sledovaného období byly vlhké a kromě roku 1981 i značně studené, je rovněž zřejmý výrazný vliv povětrnostních podmínek na výnosy chmele. (Objektivitu uvedených výsledků lze doložit obdobným trendem zjištěných výnosů analogických pokusů ze stanoviště Stekník v poloze Poohří.)

DISKUSE

Dosažené výsledky jsou v souladu s dříve zjištěnými výsledky Mohla (1924), Doerella (1933) Klapala (1928, 1950, 1972), Klapala-Klapala (1961, 1967), Srpa (1972) a dalších autorů. Opět je tak potvrzena vysoká biologická účinnost a ekonomická efektivnost hnojení chmele průmyslovými hnojivy za současného hnojení organickými hnojivy. Jak uvádějí autoři (Škarda, Koula, 1972; Škarda, 1977, 1979; Klobušický, 1978) organická hnojiva působí velmi příznivě nejen na fyzikální a biologické vlastnosti půdy, ale především na zlepšení chemických a agrochemických vlastností.

Velmi zajímavé a pro chmelařskou velkovýrobu velmi užitečné jsou poznatky Kutílka (1966) a Klobušického (1978), že výhodnější je aplikace nerozložené organické hmoty do půdy než aplikace látek značně již humifikovaných, např. kompostu. Humusové látky jsou neaktivnější při svém zrodu, vytvářejí nejpevnější vazby, a proto je podle zmíněných autorů prospěšnější, jestliže humifikace v celém rozsahu probíhá až v půdě.

Z dosažených výnosových výsledků lze předběžně vyvozovat dále tyto závěry: — s živinami obsaženými v hnoji nebylo v minulých letech v hnojařských plánech pro chmel kalkulováno. Ukazuje se proto jako účelné, provést po vyhodnocení založených pokusů ve vztahu k agrochemickým a fyzikálním vlastnostem půdy v tomto směru revizi a živiny z organických dobře rozložitelných hnojiv zahrnovat do příslušných bilancí. Jedná se zejména o dusík a draslík. Snížením dávek dusíkatých a draselných hnojiv by pak bylo možné ušetřit nejen energetické náklady na jejich výrobu, transport a aplikaci, ale i snížit riziko poškození chmele v našich aridních a semiaridních výrobních oblastech v důsledku jejich předávkování. Rovněž tak lze předpokládat menší ztráty těchto živin, zejména vyplavováním z půdy, včetně jejich úniku do podzemních (podpovrchových) vod, kdy hlavně dusík působí škodlivě na životní prostředí;

— vysoké, resp. plné dávky dusíku, měly za následek relativní pokles výnosů, zejména v růstově příznivých letech, kdy docházelo k nadměrné tvorbě vegetační hmoty chmelových rostlin (listů a pazochů). Porosty byly příliš husté, zastíněné, s ploidonosnými pazochy nasazenými vysoko od povrchu půdy, hlávky špatné a pozdě dozrávaly, obsah alfa-hořkých kyselin byl nízký;

— s ohledem na odběr fosforu chmelem a jeho zásobu v půdě nebude snížení jeho dávek v dohledné době pravděpodobně reálné;

— výsledky studia hnojení chmele ve vztahu k průběhu povětrnostních podmínek v době vegetace prokázaly, že na výši výnosů příznivě působí dostatek vodních srážek v období nejvyšší vláhové potřeby chmele, přičemž v rozhodujících vývojových fázích (počátek květu, tvorba hlávek, dozrávání) musí být i přiměřeně teplé počasí (průměrné denní teploty 16 až 18 °C);

— vzhledem k výraznému vlivu dusíku na výši výnosu chmele a jeho kvalitu a za účelem optimalizace hnojení chmele se ukazuje jako prospěšné ověřit možnosti využití výsledků metody EUF (elektrotrafiltrační) podle Németha pro hodnocení zásobenosti chmelařských půd živinami.

Literatura

- DOERELL, E. G.: Die Düngung des Hopfens. Praha 1933.
- HORECKÝ, E. R.: Die Hopfendüngung. Kaaden 1915.
- KLAPAL, I. — Klapal, M.: Základ úrodnosti je v organických hnojivech. Chmelařství, 34, 1961, č. 9, s. 134.
- KLAPAL, I. — Klapal, M.: Vliv humusu na úrodnost chmelových půd. Chmelařství, 40, 1967, č. 9, s. 142-143.
- KLAPAL, M.: Některé poznatky s hnojením chmelnic. Selské listy, 46, 1928a, č. 17, s. 7.
- KLAPAL, M.: Poznámky z letošních hnojařských pokusů ve chmelnicích. Selské listy, Olomouc, 46, 1928b, č. 94, s. 5.
- KLAPAL, M.: Rentabilita hnojení chmelnic ve světle hnojařských pokusů. Český chmelař, 23, 1950, č. 8, s. 100-101.
- KLAPAL, M.: Základní výživa — podmínka vysokých výnosů chmele. Chmelařství, 31, 1958, č. 1, s. 6.
- KLAPAL, M.: Poznámky k výživě chmele. Chmelařství, 45, 1972, č. 3, s. 37-38.
- KLAPAL, M. — Klapal, I.: Padesát otázek a odpovědí z výživy a hnojení chmele. Tršice, 1980, 39 s.
- KLOBUŠICKÝ, K.: Niektoré zmeny agrofyzikálnych vlastností hnedých pôd počas ich zúrodňovania. Vedecké práce VÚPVR Bratislava, 9, 1978.
- KUTÍLEK, M.: Vodohospodářská pedologie. Praha, 1966.
- MOHL, V.: Chmelařství. 1924.
- SRP, A.: Vliv organominerálního hnojení na výnos a jakost chmele. Rostl. Výroba, 18, 1972, č. 3, s. 281-286.
- ŠKARDA, M.: Organická hnojiva, rezerva ve výživě a hnojení rostlin. In: Sborník z vědeckého semináře, ČSAZ, 17. 2. 1977, Praha.
- ŠKARDA, M.: Organická hnojiva a zvyšování půdní úrodnosti. Chmelařství, 54, 1981, č. 9, 10, s. 132-133.
- ŠKARDA, M.: Organické hnojení (Komplexní technologie v zájmovém území okresu). Metodika, ÚVTIZ, Praha, č. 15, 1979.
- ŠKARDA, M. — KOULA, J.: Účinnost statkových hnojiv v soustavě hnojení. Rostl. Výroba, 18, 1972, č. 11, s. 1221-1233.
- ŠTRANC, J.: Některé mechanické a fyzikální vlastnosti chmelových půd a stanovení potřeby hloubkového kypření. Rostl. Výroba, 27, 1981, č. 1, s. 57-69.

Došlo dne 8. 11. 1982

SRP, A. — ŠTRANC, J. — MATÁTKO, J. — LIŠŤANSKÝ, J. (Research Institute of Hop-growing, Zatec): *The Influence of Manure and Fertilizers on Hop Yields*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 417-424.

A long-term nutritional and fertilization trial was started in 1972, at the site Měcholupy — located in the valley of the Zlatý Potok — in the hop garden with the medium-heavy gray-brown podzolic soil. Its aim was to determine the optimum ratio and application rates of nutrients for hop-growing in the arid region of Zatec, to evaluate the need of organic manuring, to appreciate the influence of manure and fertilizers on the yield and quality of hops and on the basic chemical and physical soil properties. Based on the findings from the period 1972 to 1981, the evaluation of the influence of different ratios and application rates of nutrients and organic fertilizing on the hop yields is presented. As follows from these results, the absolutely highest yields of hops were reached with the $N_{0.5}P_1K_1$ variant and then with the $N_0P_1K_1$ variant, in both cases in the combination with higher application rates of manure. The full nitrogen doses contained in fertilizers, if not corrected with respect to the nitrogen content in organic fertilizers, are the cause of yield depression, particularly under climatic conditions favourable for the growth of plants. A similar effect was observed with the increased potassium rates in fertilizers. On the basis of these results, preliminary conclusions for the rational fertilization of hop-gardens were drawn. A significant influence of the climatic conditions during vegetation on the growth, development and yield of hops was proved.

nutrition and fertilization; manure; hop quality

Adresa autorů:

Ing. Antonín Srp, CSc., ing. Jaroslav Štranc, CSc., ing. Jaroslav Matátko, ing. Jiří Lišťanský, Výzkumný ústav chmelařský, 438 46 Zatec

ÚČINNOST KAŽDOROČNÍHO HNOJENÍ KEJDŮ PRASAT V OSEVNÍM POSTUPU SE 100% ZASTOUPENÍM ZRNIN

M. Škarda, J. Jokešová

ŠKARDA, M. — JOKEŠOVÁ, J. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Účinnost každoročního hnojení kejdou prasat v osevním postupu se 100% zastoupením zrnin*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 425-438.

Ve 3 trvalých polních pokusech na 3 stanovištích geografické sítě pokusných stanic v ČSR byl za období 1972—1981 v osevním postupu s bobem, pšenicí ozimou a ječmenem jarním prokázán 10letý pozitivní vliv každoročního hnojení kejdou prasat, v roční dávce 84 až 138 kg. ha⁻¹ N, na: hrubou produkci (+21 až +28 %), výnos suché hmoty plodin (+15 až +24 %), agrochemické vlastnosti půdy, odběr živin rostlinou, výrobní a výnosový efekt dusíku, ekonomickou efektivnost hnojení. Vyrovnaná bilance organických látek v půdě vyžaduje pravidelnou zaorávku ječné slámy pod bob. Každoroční hnojení kejdou prasat dosahuje 93 až 96% účinnosti ekvivalentních dávek průmyslových hnojiv. I s minerálním dohnojením umožňuje ročně významnou úsporu 86 kg. ha⁻¹ N v průmyslových hnojivech, při hrubé produkci o +40 % vyšší než na nehnojených kontrolách. Výrobní a výnosový efekt dusíku je po hnojení kejdou o 6—8 % vyšší než po NPK_E-hnojení. Míra rentability každoročního hnojení kejdou prasat je o 73 % vyšší než po NPK_E-hnojení, při nákladovosti o 44 % nižší. Z ekonomického hlediska je PK- i NPK-dohnojení neefektivní. Navržen systém každoročního hnojení kejdou prasat v osevním postupu, umožňující úhradu 52 %, popř. 106% potřeby zrna obilnin v kompletní krmné směsi pro výkrmy prasat SZP z jejich vlastních hnojivých zdrojů.

průmyslová hnojiva; výnosový a výrobní efekt dusíku; bilance organických látek; stravitelné dusíkaté látky; výtěžek bílkovin; ekonomická účinnost nákladů na hnojení; nákladovost; systém hnojení; kompletní krmná směs; bob na zrno; pšenice ozimá; ječmen jarní

Z celkové roční produkce kejdy v ČSSR ca 13 000 tis. t produkuje prasata 50 %, tj. 6500 tisíc tun. Z celkové produkce kejdy prasat připadá asi 90 % na velkovýkrmy (Š k a r d a, 1982a).

Využívání této produkce kejdy prasat je však v zemědělské praxi velmi neutěšené, i když výsledky pokusů s hnojením kejdou prasat v ČSSR a v zahraničí dokazují jeho vysokou účinnost (K o v a l e v, 1981; A s m u s et al., 1981; K o r i a t h et al., 1975; Š k a r d a, 1978a, b, 1981a, b, 1982a; Š k a r d a, J o k e š o v á, 1982).

Nezájem živočišné výroby o tento vedlejší produkt je až na výjimky evidentní. To dokazuje mimo jiné i kvalita vyprodukované kejdy, s neúměrně vysokým obsahem technologické a ostatní vody. Tím se kejda znehodnocuje a při vysokých nákladech na hnojení, neefektivní spotřebě pohonných hmot likviduje.

Kejda s obsahem pod 5 % sušiny na neosetou ornou půdu nepatří (Š k a r d a, 1979, 1980a, b, 1981c, 1982a; Š k a r d a, J o k e š o v á, 1982).

Obsah sušiny v kejďe prasat nemá klesnout pod standardní normativ 6,1 až 7,3 % (MZVŽ ČSR, 1981). Zvýšení obsahu sušiny v kejďe má také bezprostředně pozitivní vliv na úsporu pohonných hmot, snížení nákladů na hnojení, úsporu skladovací kapacity a počtu manipulační a aplikační techniky, když např. nárůstem sušiny ze 3,0 na 5,5 % se produkce kejdy sníží o 46 % (Š k a r d a, 1982a; Š k a r d a, J o k e š o v á, 1982).

Dodržování tohoto požadavku je tím potřebnější, že je nutné využívat kejdu prasat přednostně na orné půdě a s co největším obsahem organických látek. Tuto zásadu dokládají výsledky dlouhodobých pokusů s úspěšným hnojením kejdou prasat, z nichž některé při každoroční aplikaci kejdy prasat v osevním postupu jsou uvedeny v tomto příspěvku.

MATERIÁL A METODY

Charakteristika pokusných stanovišť s dlouhodobým každoročním hnojením kejdou prasat je popsána v tab. I.

I. Charakteristika stanovišť s exaktními dlouhodobými pokusy — The characteristics of sites with exact long-term trials

Stanoviště	Průměrné roční srážky (mm)	Průměrná roční teplota °C	Nad- mořská výška	Půda	pH (KCL)	P	K	Cox %
						mg. kg ⁻¹		
Tachov	490	6,9	515	HP (p-hp)	5,1	34	90	1,30
Třeboň	604	7,4	433	HP (jh)	5,6	10	148	1,23
Kostelec	559	8,3	300	HM (p-hp)	6,1	46	103	1,14

Na každém ze tří stanovišť je stejný osevní postup se 100 % zrnin: bob na zrno (Bz), pšenice ozimá (Pš), ječmen jarní (Jč — krmný), s těmito odrůdami: bob ('Chlumecský', 'Povážský', 'Přerovský', 'Pluto'); pšenice ozimá ('Jubilar', 'Mironovská', 'Lena', 'Slávie'); ječmen jarní ('Ametyst', 'Favorit', 'Spartan').

Hnojení:

a) organické:

0 = nehnojeno

KjP I.

KjP II. = tři stupňované dávky kejdy prasat

KjP III.

Průměrná kvalita KjP za celé období 1972—1981 na třech stanovištích: obsah 6,26 % sušiny, 4,16 % organických látek, 0,51 % N, 0,11 % P, 0,18 % K, 0,06 % Na, 0,10 % Ca, 0,04 % Mg a 6,9 pH.

b) minerální:

0 = nehnojeno

PK

NPK = minerální dohnojení KjP

NPK_E I.

NPK_E II. = ekvivalentní dávky živin KjP

NPK_E III. v průmyslových hnojivech

- c) Kejdou prasat se hnojí:
 — pod bob a ječmen jarní na ošetřenou podmínku před orbou;
 — pšenici ozimou na list v období před regenerací (v období od poslední dekády ledna do konce února).
- d) PK-hnojiva se aplikují:
 — na strniště bobu před zimou pšenicí,
 — na podzim před orbou pod bob a jarní ječmen.
- e) N-hnojiva se rozmetají:
 — u bobu před setím (N a N_E I.) i na list (N_E II. a III.),
 — u ječmene jarního před setím (N a N_E) a na zač. sloupkování (N a N_E).

Dávky hnojiv a živin jsou uvedeny v tab. II.

II. Dávky kejdy prasat (KjP), živin v kejdě a průmyslových hnojivech (PK, NPK, NPK_E) — roční průměr ze 3 stanovišť za období 1972—81 — Pig slurry application rates (KjP), nutrient rates in slurry and in fertilizers (PK, NPK, NPK_E) — annual means from three sites (1972—1981)

Varianty hnojení	Dávka K _j P	N	P	K	Celkem
	t. ha ⁻¹	kg. ha ⁻¹			
K _j P I.	18	84	18	32	134
K _j P II.	24	110	24	40	174
K _j P III.	30	138	30	49	217
PK	—	—	24	84	116
NPK	—	43	24	84	151
NPK _E I.	—	90	22	36	148
NPK _E II.	—	119	29	45	193
NPK _E III.	—	147	35	55	237

Jsou vyhodnoceny hlavní ukazatele výživy a hnojení rostlin: hrubá produkce, výnos suché hmoty plodin, bilance organických látek, odběr živin rostlinou, výrobní a výnosový efekt N, agrochemické vlastnosti půdy, výtěžek stravitelných dusíkatých látek a bílkovin a ekonomická efektivnost hnojení.

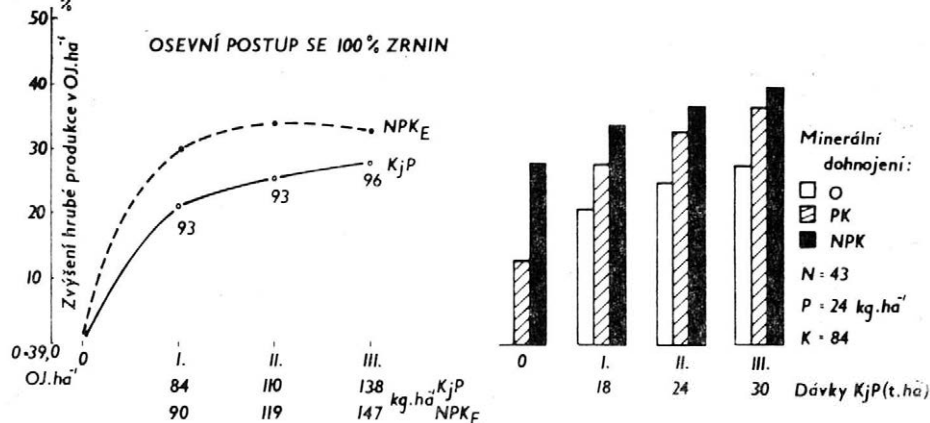
VÝSLEDKY

HRUBÁ PRODUKCE, VÝNOS SUCHÉ HMOTY, VÝTĚŽEK SNL A BÍLKOVIN

Každoroční hnojení kejdou prasat (KjP) v ročních průměrných dávkách 18 až 30 t.ha⁻¹ (84 až 138 kg.ha⁻¹ N) zvýšilo hrubou produkci o 21 až 28 % a výnos suché hmoty plodin o 15 až 24 % vůči nehnojené kontrole (tab. III).

PK-dohnojení zvýšilo účinnost stupňovaných dávek KjP o 7 %, NPK-dohnojení o 10 % (tab. III).

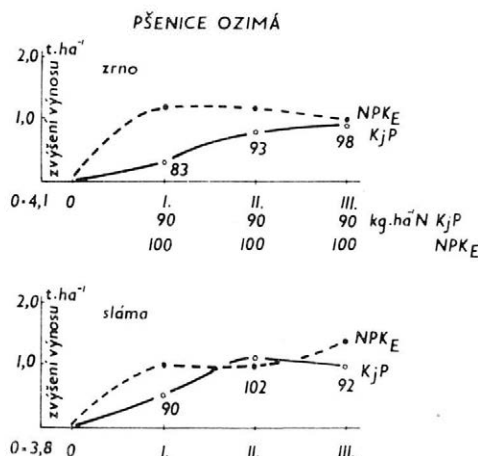
V porovnání se 100 % hnojivé účinnosti ekvivalentních dávek NPK_E v průmyslových hnojivech (které byly jen o 7 % vyšší než živiny v dávkách KjP) dosáhla kejda prasat koeficientu účinnosti u I. dávky 93, u II. dávky 93 a u III. dávky 96 (obr. 1).



1. Porovnání vlivu kejdy prasat (KjP) a ekvivalentní dávky průmyslových hnojiv (NPK_E) na zvýšení hrubé produkce, včetně účinnosti minerálního dohnojení (PK, NPK) v osevním postupu se 100 % zrnin (roční průměr za období 1972—1981) — A comparison of the influence of pig slurry (KjP) and an equivalent rate of fertilizers (NPK_E) on the increase in gross production, including the effects of additional mineral fertilizing (PK, NPK) in the crop rotation with 100 % of grains (annual means for the period 1972—1981)

Bob

- hnojení KjP (v dávce 66 až 200 kg .ha⁻¹ N) zvýšilo výnos čerstvé a suché hmoty o 10 až 13 % ve srovnání s nehnojenou kontrolou. Nejúčinnější byla dávka 200 kg .ha⁻¹ N v KjP III., nejefektivnější dávka 130 kg .ha⁻¹ N v KjP II.,
- PK-dohnojení (20 a 132 kg .ha⁻¹) bylo efektivnější než NPK-dohnojení (30 kg .ha⁻¹ N),
- kejda dosahuje u I. dávky koeficientu 100 (hrubá produkce; výnos suché hmoty, koeficient 93), u II. dávky koeficient 99 (99) a u II. dávky koeficient 101 (101), při 100% účinnosti ekvivalentních dávek NPK_E,
- výtěžek stravitelných dusíkatých látek (SNL) se pohyboval od 1,68 t .ha⁻¹ (O = 100 %) do 2,11 t .ha⁻¹ (KjP III. + NPK = 126 %). Kejda byla účinnější než ekvivalentní NPK_E — dávky (+10 až 17 %).

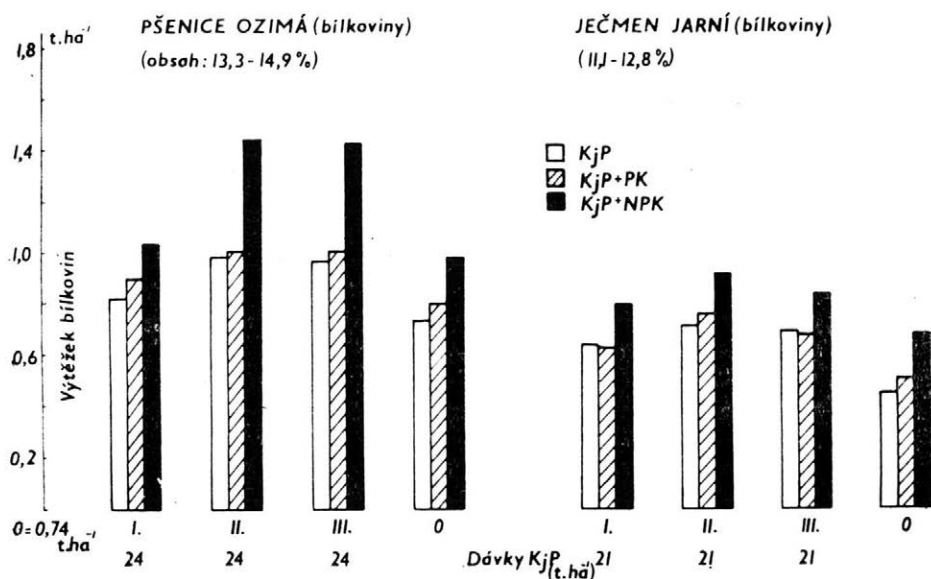


2. Vliv hnojení na výnos zrna a slámy ozimé pšenice (ukazatelé viz obr. 1; roční průměr let 1972—1981) — The influence of fertilization on the yield of grain and straw in winter wheat (indicators — see Fig. 1; annual means for the period 1972—1981)

III. Vliv stupňovaných dávek kejdy prasat a průmyslových hnojiv na hrubou produkci a výnos suché hmoty plodin (roční průměr 1972–81) — The influence of differentiated pig slurry application rates and fertilizer rates on the gross production and yield of dry matter of crops (annual means for the period 1972–1981)

Minerální hnojení	Hrubá rostlinná produkce			
	organické hnojení			
	O	KjP I.	KjP II.	KjP III.
	OJ . ha ⁻¹ (%)			
O	39,0 (100)	47,0 (121)	48,7 (125)	49,8 (128)
PK	44,2 (113)	50,1 (128)	52,0 (133)	53,5 (137)
NPK	49,8 (128)	52,1 (134)	53,4 (137)	54,6 (140)
		NPK _E I.	NPK _E II.	NPK _E III.
		50,8 (130)	52,3 (134)	51,9 (133)
Minerální hnojení	výnos suché hmoty plodin			
	organické hnojení			
	O	KjP I.	KjP II.	KjP III.
	t . ha ⁻¹ (%)			
O	5,4 (100)	6,2 (115)	6,6 (122)	6,7 (124)
PK	5,9 (109)	6,4 (119)	7,0 (130)	7,0 (130)
NPK	6,9 (128)	6,8 (126)	7,4 (137)	7,3 (135)
		NPK _E I.	NPK _E II.	NPK _E III.
		7,2 (133)	7,0 (130)	7,0 (130)

- hnojení kejdou v jednotné dávce $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ (ve třech stupních) na list v předgeneračním období zvýšilo hrubou produkci o 12 až 21 % a výnos suché hmoty o 7 až 25 % vůči nehnojené kontrole, při průměrném výnosu zrna $4,4$ až $5,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a slámy $4,3$ až $4,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$,
Růst produkce pšenice při dávce KJP II. a III. vůči dávce KJP I. je odrazem následného působení stupňovaných dávek kejdy prasat u bobu, které zvýšilo hrubou produkci z $5,5 \text{ OJ} \cdot \text{ha}^{-1}$ (KJP I.) na $7,4 \text{ OJ} \cdot \text{ha}^{-1}$ (KJP II.) a na $9,4 \text{ OJ} \cdot \text{ha}^{-1}$ (KJP III.). To odpovídá $0,4$ až $1,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ přírůstku výnosu suché hmoty (obr. 2),
- PK-dohnojení zvýšilo účinnost kejdy prasat ve výnosu suché hmoty o 1 až 6 % a NPK-dohnojení o 9 až 23 % (v obou případech s klesajícím účinkem se stupňovanou dávkou kejdy). PK- i NPK-dohnojení se více uplatnilo ve výnosu slámy než zrna,
- při 100% hnojivé účinnosti NPK_E -hnojení dosahuje kejda prasat u zrna a slámy koeficient 83 a 90 (KJP I.), koeficient 93 a 102 (KJP II.) a koeficient 98 a 92 (KJP III.) — obr. 2,
- výtěžek bílkovin dosahuje $1,15$ až $1,25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, přičemž hlavně NPK-dohnojení zvyšuje účinnost kejdy až o 36 % (obr. 3).

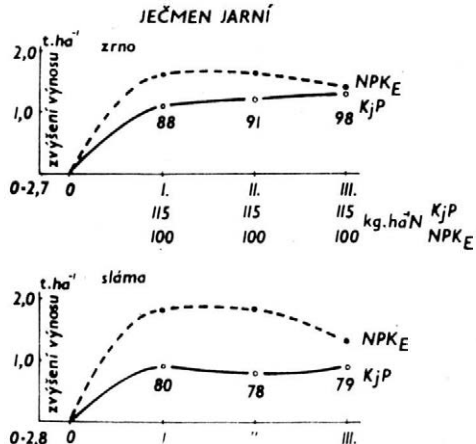


3. Vliv hnojení kejdou prasat a minerálního dohnojení na výtěžek bílkovin u ozimé pšenice a jarního ječmene (roční průměr let 1972—1981) — The influence of pig slurry application and additional mineral fertilizing on the protein yield in winter wheat and spring barley (annual means for the period 1972—1981)

Ječmen jarní

- hnojení kejdou v jednotné dávce $115 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ zvýšilo hrubou produkci o 37 až 44 % a výnos suché hmoty o 38 až 46 % vůči nehnojené kontrole, při průměrném výnosu zrna $3,8$ až $4,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a slá-

4. Vliv hnojení na výnos zrna a slámy jarního ječmene, ve stejných ukazatelích jako na obr. 1 (roční průměr za období 1972—1981) — The influence of fertilizing on grain and straw yield in spring barley, expressed by the same indicators as in Fig. 1 (annual means for the period 1972—1981)



- my 3,7 t. ha⁻¹. Následné působení stupňovaných dávek kejdy k bobu bylo již méně výrazné a uplatnilo se pouze u výnosu zrna jeho zvýšení o 0,1 až 0,2 t. ha⁻¹ (obr. 4),
- PK-dohnojení zvýšilo účinnost kejdy ve výnosu suché hmoty o 9 až 15 %, NPK-dohnojení o 15 až 29 %. Minerální dohnojení se, na rozdíl od ozimé pšenice, uplatnilo více u výnosu zrna než slámy,
 - při 100% hnojivé účinnosti NPK_E-hnojení dosahuje kejda prasat u zrna a slámy koeficient 88 a 80 (K_jP I.), koeficient 91 a 78 (K_jP II.) a koeficient 98 a 79 (K_jP III.) — obr. 4,
 - nejvyšší výtěžek bílkovin dosahuje 0,8 a 0,93 t. ha⁻¹ přičemž NPK-dohnojení zvyšuje účinnost kejdy o 25 % (obr. 3).

BILANCE ORGANICKÝCH LÁTEK V ORNÉ PŮDĚ

Tato bilance je v osevním postupu se 100 % zrnin pasivní. Normativy potřeby organických látek 1,5 a 1,7 t. ha⁻¹ orné půdy, které mají být uhrazeny stájovými hnojivy, jsou přísunem organických látek v kejdě prasat kryty v průměru na 41 % (K_jP I. = 0,66 t. ha⁻¹), na 56 % (K_jP II. = 0,90 t. ha⁻¹) a na 73 % (K_jP III. = 1,17 t. ha⁻¹). Této nevyrovnané bilanci organických látek v půdě odpovídá i obsah humusu. Při jeho obsahu 1,75 % na nehnojených kontrolách se hodnota tohoto ukazatele půdní úrodnosti pohybuje na kejdou hnojené půdě od 1,71 do 1,79 % a při NPK_E-hnojení pod úroveň nehnojené kontroly (od 1,72 do 1,73). Pouze kejda s NPK-dohnojením zvyšuje tyto hodnoty na 1,81 až 1,82 % (tab. IV).

AGROCHEMICKÉ VLASTNOSTI PŮDY

Kejda prasat, na rozdíl od NPK_E a NPK-hnojení, půdu neokyseluje (tab. IV). Použité poměrně malé dávky kejdy (ale odpovídající požadavkům hnojených plodin) obsah přístupných P-, K-, Mg-živin v půdě vůči nehnojené kontrole výrazně neovlivnily. Tento stav zlepšuje, kromě Mg, pouze minerální dohnojení na bázi kejdy prasat (tab. IV).

ODBĚR ŽIVIN ROSTLINOU

V jednotlivých variantách hnojení je poměrně velmi vyrovnaný (tab. V), a sleduje trend stupňovaných dávek živin. Přírůstek odběru

IV. Vliv stupňovaných dávek kejdy prasat (KjP) a průmyslových hnojiv na agrochemické vlastnosti půdy (roční průměr 1972—81) — The influence of differentiated pig slurry application rates and fertilizer rates on the agrochemical soil properties (annual means for the period 1972—1981)

Varianty hnojení	pH (KCl)	P	K	Mg	Humus %
		mg.kg ⁻¹ půdy			
O	5,2	20	105	59	1,75
PK	5,3	29	122	54	1,70
NPK	5,1	26	127	56	1,70
KjP I.	5,2	21	107	58	1,71
KjP I. + PK	5,2	28	129	55	1,73
KjP I. + NPK	5,1	27	134	54	1,81
KjP II.	5,2	20	117	63	1,75
KjP II. + PK	5,2	25	123	54	1,77
KjP II. + NPK	5,0	28	121	51	1,82
KjP	5,2	26	99	56	1,79
KjP III. + PK	5,2	31	119	56	1,77
KjP III. + NPK	5,1	33	122	54	1,82
NPK _E I.	4,9	22	90	50	1,72
NPK _E II.	5,0	26	96	48	1,73
NPK _E III.	4,8	30	104	75	1,73

dusíku je po každoročním hnojení stupňovanými dávkami KjP nižší než při ekvivalentním NPK_E-hnojení. Tomu odpovídá i vyrovnaný příjem ostatních živin na 1 kg rostlinami odebraného dusíku. Tak je tomu i při PK- a NPK-dohnojení, při kterém se pouze mírně zvyšuje příjem dusíku na 1 kg. Celkově však odběr živin, hlavně dusíku, stoupá v závislosti na stupňovaných dávkách hnojiv pomaleji než zvýšení hrubé produkce nebo přírůstek výnosu suché hmoty (tab. III). To má příznivý vliv na výrobní a výnosový efekt rostlinami odebraného dusíku.

VÝROBNÍ A VÝNOSOVÝ EFEKT

Hodnoty obou těchto ukazatelů účinnosti hnojení jsou po hnojení kejdou prasat vyšší než po ekvivalentním minerálním hnojení (tab. VI). Minerální dohnojení VE_N zvyšuje, ale VRE_N při největších dávkách dusíku vůči samotné kejdě prasat v dávce I. a III. mírně snižuje. Při vyrovnaném odběru živin ovlivňuje tuto skutečnost výnos suché hmoty plodin.

S poměrně vysokým výrobním a výnosovým efektem souvisí poměrně nízké využití dodaných živin. Z kejdy byl dusík využit ze 16 až 26 %, fosfor ze 7 až 11 % a draslík z 23 až 38 %. Z NPK_E-hnojení byl dodaný dusík využit ze 30 až 37 %, fosfor z 9 až 15 % a draslík z 29 až 58 %.

V. Vliv stupňovaných dávek kejdy prasat s minerálním hnojením na odběr živin (roční průměr za období 1972—81) — The influence of differentiated pig slurry application rates with mineral fertilizing on the nutrient uptake (annual means for the period 1972—1981)

Varianty hnojení	Odběr živin v kg . ha ⁻¹					
	N	P	K	Na	Ca	Mg
O	94,1 (100)	13,2 (14)	46,7 (50)	2,1 (2)	19,6 (21)	5,1 (5)
PK	100,0 (100)	14,3 (14)	58,4 (58)	2,3 (2)	22,4 (22)	3,9 (4)
NPK	118,0 (100)	15,8 (13)	59,3 (50)	2,1 (2)	25,3 (21)	5,8 (5)
KjP I.	113,0 (100)	14,4 (13)	56,8 (50)	2,6 (2)	23,3 (21)	5,2 (5)
KjP I. + PK	116,3 (100)	15,8 (14)	67,0 (58)	2,2 (2)	25,5 (22)	5,7 (5)
KjP I. + NPK	122,0 (100)	16,4 (13)	70,7 (58)	2,2 (2)	26,0 (21)	5,9 (5)
KjP II.	122,4 (100)	15,8 (13)	61,9 (51)	2,3 (2)	24,1 (20)	5,8 (5)
KjP II. + PK	114,1 (100)	16,0 (14)	66,9 (59)	2,1 (2)	23,8 (21)	5,6 (5)
KjP II. + NPK	130,8 (100)	16,7 (13)	69,2 (53)	2,6 (2)	28,3 (22)	6,1 (5)
KjP III.	116,5 (100)	15,7 (13)	58,0 (50)	2,5 (2)	23,6 (20)	6,0 (5)
KjP III. + PK	123,3 (100)	16,5 (13)	67,2 (55)	2,9 (2)	26,0 (21)	6,5 (5)
KjP III. + NPK	131,3 (100)	16,5 (13)	71,3 (54)	3,1 (2)	26,7 (20)	6,8 (5)
NPK _E I.	125,0 (100)	16,5 (13)	57,2 (46)	2,9 (2)	24,2 (19)	6,1 (5)
NPK _E II.	138,0 (100)	16,9 (12)	72,7 (53)	3,0 (2)	29,0 (21)	6,4 (5)
NPK _E III.	138,0 (100)	16,2 (12)	69,6 (50)	2,7 (2)	26,9 (19)	6,7 (5)

VI. Vliv stupňovaných dávek kejdy prasat s minerálním hnojením na výrobní (VRE_N) a výnosový (VE_N) efekt rostlinami odebraného N v osevním postupu (roční průměr za období 1972–81) — The influence of differentiated pig slurry application rates with mineral fertilizing on the production (VRE_N) and yield (VE_N) effect of nitrogen taken up by the plants in crop rotation (annual means for the period 1972–1981)

Variety hnojení	VRE_N OJ na kg N	VE_N kg na kg N
O	0,41	53
PK	0,44	52
NPK	0,42	51
KjP I.	0,42	50
KjP I. + PK	0,40	52
KjP I. + NPK	0,41	52
KjP II.	0,40	50
KjP II. + PK	0,46	53
KjP II. + NPK	0,41	51
KjP III.	0,43	52
KjP III. + PK	0,43	52
KjP III. + NPK *	0,42	52
NPK_E I.	0,41	53
NPK_E II.	0,38	49
NPK_E III.	0,38	46

EKONOMICKÁ EFEKTIVNOST HNOJENÍ

Míra rentability každoročního hnojení kejdou prasat je o 73 % vyšší než při hnojení ekvivalentními NPK_E -dávkami průmyslových hnojiv, při nákladovosti o 44 % nižší.

Ekonomická účinnost nákladů na každoroční hnojení dosahuje u KjP 4,63 Kčs a nákladovost 0,22 Kčs, zatímco u NPK_E -hnojení pouze 2,67 Kčs, resp. 0,38 Kčs. Z ekonomického hlediska je PK- i NPK-dohnojení neefektivní, poněvadž ve srovnání se samotnou aplikací KjP snižuje ekonomickou účinnost nákladů na hnojení (KjP + PK na 3,25 Kčs, KjP + NPK na 2,67 Kčs) a zvyšuje nákladovost (KjP + PK na 0,31 Kčs, KjP + NPK na 0,38 Kčs).

Pozitivním rysem těchto kombinací je, že se stupňovanou dávkou kejdy prasat se téměř nemění jak účinnost nákladů, tak i nákladovost [např. $\varnothing$ 3,25 : 3,23 (KjP I.), 3,26 (KjP II.), 3,26 (KjP III.) Kčs. Kčs⁻¹].

DISKUSE

Na všech třech stanovištích prokázalo každoroční hnojení kejdou prasat u všech sledovaných ukazatelů své opodstatnění. Nejúčinnější dávka kejdy nebyla však pro všechny půdně klimatické podmínky jed-

notlivých stanovišť stejná. Na hnědé půdě byla neúčinnější III. dávka ($= 138 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$), na hnědozemí II. dávka ($= 110 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$). Absolutně nejvyšší hrubé produkce a výnosu suché hmoty plodin se dosáhlo na řepařské hnědozemí (KjP II. $= 58,3 \text{ Oj} \cdot \text{ha}^{-1}$), ale nejvyšších přírůstků výnosu plodin ($12,8$ až $15,8 \text{ Oj} \cdot \text{ha}^{-1}$) vůči nehnojené kontrole na lehké hnědé půdě.

Na tomto stanovišti také nejvýrazněji zvýšilo účinnost uplatňovaných dávek kejdy minerální dohnojení (PK až o 15 %, NPK až o 21 %). V porovnání se 100 % hnojivé účinnosti ekvivalentních dávek NPK_E v průmyslových hnojivech prokázala nejvyšší hnojivou účinnost kejdy prasat lehká hnědozem: koeficient 98 (KjP I.), koeficient 102 (KjP II.) a koeficient 99 (KjP III.) — Š k a r d a, J o k e š o v á (1982).

Pro hnojení bobu kejdou prasat je nejvhodnějším termínem podzim. Pouze na lehkých půdách lze co nejdříve zjara aplikovat kejdu na hrubě připravený pozemek a povrchově zapravit do půdy. U ozimé pšenice se, kromě hnojení před setovou orbou, osvědčila aplikace kejdy — v celé dávce N — na list v předregeneračním období (pouze v rovině na umrzlou půdu, nejlépe se sněhovou pokrývkou), od poslední dekády ledna do konce února. Nejvhodnějším termínem hnojení kejdou pod jarní krmný ječmen, který na toto hnojení reaguje nejvyšším přírůstkem výnosu hlavního a vedlejšího produktu, je podzim, před orbou (Š k a r d a, J o k e š o v á, 1982).

V osevním postupu se 100 % zrnin je na sledovaných stanovištích nevyrovnaná bilance potřeby organických látek a jejího krytí kejdou prasat. Pro její vyrovnání je nutné zaorat ječnou slámu pod bob. Při zaorávce $3,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ slámy se půda obohatí o $3,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ organických látek v celém tříhonném osevním postupu, (tj. v ročním průměru o $1,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Tím se dosáhne vyrovnané bilance i s určitým přebytkem organických látek ve všech způsobech hnojení.

Při uplatnění těchto 10letých výsledků s každoročním hnojením kejdou prasat v osevním postupu se 100 % zrnin a rovněž příznivých výsledcích se 100 % pícnin (Š k a r d a a kol., 1982b; Š k a r d a, J o k e š o v á, 1982), hlavně v zájmovém území výkrmen prasat SZP, byly navrženy čtyři systémy hnojení v projekci organického hnojení na bázi kejdy prasat (Š k a r d a a kol., 1982b; Š k a r d a, J o k e š o v á, 1982). Jedním z nich je i využití kejdy ve 3honném osevním postupu se 100 % zrnin se záměrem zjistit množství zrna obilnin, které si může velkovýkrmna SZP vyprodukovat do kompletní krmné směsi s podílem 85 % obilnin (pro 85 kg přírůstku živé hmoty na jedno ustájené místo v jednom turnusu je zapotřebí krmná směs se zastoupením Al 30 %, SOL 70 %) z vlastních hnojivých zdrojů na orné půdě, vyčleněné kooperujícími zemědělskými podniky z jejich půdního fondu.

Bylo zjištěno, že při průměrném výnosu $4,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ zrna obilnin lze na výměře odpovídající kapacitě výkrmny SZP a její produkci kejdy (např. 380 ha pšenice ozimé a ječmene jarního pro výkrm s 5000 ustájenými místy) získat 52 % celkové potřeby zrna obilnin v kompletní krmné směsi pro tuto výkrmnu SZP (Š k a r d a, J o k e š o v á, 1982). Na zbývající výměře 3honného osevního postupu (např. 190 ha) lze získat, při průměrném výnosu $4,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, např. 760 t zrna bobu, obsahujících nejdůležitější ukazatel výživné hodnoty krmiv pro prasata — stravitelné dusíkaté látky (např. 169,4 t SNL). Při výměně zrna bobu za

zrna obilnin podle tohoto ukazatele by bylo možno krýt potřebu zrna obilnin v krmné směsi pro tuto výkrmnu SZP, včetně výše uvedených 52 %, na 106 % (např. potřeba zrna obilnin = 3300 t.ha⁻¹, z toho 52 % = 1710 t; zbývajících 1590 t = výměna 760 t s 22,3 % SNL bobu za 1784 t s 9,5 % SNL zrna pšenice a ječmene, tj. s přebytkem 194 t zrna obilnin) — Š k a r d a, J o k e š o v á (1982).

K této diskusi je třeba ještě dodat, že při využití dávek a kvality kejdy prasat, použitých v 10letých pokusech, ke hnojení, lze při každoročním hnojení kejdou včetně minerálního dohnojení uspořít v ročním průměru 86 kg.ha⁻¹ N a 5 kg.ha⁻¹ P. Pro toto zjištění byla užita ekvivalentní dávka NPK_E II., která byla účinnější než NPK_E III. (Š k a r d a, J o k e š o v á, 1982).

A tak hodnotí-li se v této souvislosti vynikající hnojivá účinnost kejdy prasat, je třeba zdůraznit naléhavou potřebu zásadně zlepšit její kvalitu zodpovědnou výrobou, jen s nejnutnějším podílem vody (Š k a r d a, 1982a, b; Š k a r d a, J o k e š o v á, 1982). Protože vezme-li se do úvahy celkový konečný efekt organických látek a živin, dodaných do výrobního procesu kompletní krmnou směsí pro jedno ustájovací místo, zjišťuje se, že po splnění úlohy v metabolismu zvířat se ze 100 % vstupního množství organických látek a živin v krmivu zachytí v kejdě 20 % organických látek, téměř 90 % N, 90 % P, 98 % K a 72 % Ca, aby po jejím rozmetání v rostlinné výrobě mohly dále plnit svou funkci při zúrodnování půdy a ve výživě rostlin (Š k a r d a, J o k e š o v á, 1982).

Literatura

- ASMUS, F. — GÖRLITZ, H. — BRETERNITZ, R.: Präzisierung der Parameter für Gülleinsatz in der Pflanzenproduktion, insbesondere zu Hackfrüchten und Futterpflanzen. Zpráva VÚRV Praha - Ruzyně v rámci dvoustranné spolupráce, 1981.
- KORIATH, H. a kol.: Güllewirtschaft — Gölledüngung VEB Deutsch. Landwirtschaftsverlag Berlin, 1975.
- KOVALEV, N. a kol.: Racionalnoje ispolzovanie v selskom chozjajstve židkego navoza, polučajemovo na krupnych životnovodčeskich kompleksach s učetom ochrany okružajušej sredy (5leté výsledky spolupráce států RVHP). Guproniselchoz Moskva, 1981.
- ŠKARDA, M.: Organická hnojiva. Institut výchovy a vzdělávání MZVŽ ČSR, 1978a.
- ŠKARDA, M.: Rezervy v organickém hnojení z hlediska současné technologie výroby a použití organických hnojiv v ČSSR. In: Sborník referátů „Organická hnojiva, rezerva ve výživě a hnojení rostlin“, ČSAZ Praha, s. 19-50, 1978b.
- ŠKARDA, M. a kol.: Soustava rostlinné výroby pro specializované farmy skotu pro 7. pětiletku. [Realizační výstup DÚ P11-329-059-12.] Praha - Uhřetěves, VÚŽV 1979.
- ŠKARDA, M.: Využití stájových hnojiv z velkochovů živočišné výroby. In: Sborník referátů ČSVTS „Ochrana životního prostředí při zemědělské velkovýrobě“ Čes. Budějovice, s. 101-105, 1980a.
- ŠKARDA, M.: Zásady pro hnojení kejdou. Zemědělec, duben 1980b.
- ŠKARDA, M.: Úloha organických hnojiv při intenzifikaci rostlinné výroby v 7. pětiletce. In: Sborník referátů „Organická hnojiva při zúrodnování půdy a ve výživě rostlin“, ČSAZ Praha, s. 15-28, 1981a.
- ŠKARDA, M.: Hnojení kejdou a likvidace silážních šťáv z bezstelivových velkochovů v zemědělské výrobě. Materiál pro FMTIR, 1981b.
- ŠKARDA, M.: Hnojení kejdou v souladu s vodohospodářskými předpisy. In: Sborník referátů „Čistota vod a zemědělství“, ČSVTS Praha, s. 16-23, 1981c.

ŠKARDA, M.: Jak hospodařit s organickými hnojivy. Praha, SZP 1982a (v tisku).
ŠKARDA, M. a kol.: Připravit projekt soustavy hnojení pro různé výrobní podmínky. Zahájit jeho ověřování ve vybraných územních celcích. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1982b.

ŠKARDA, M. — JOKEŠOVÁ, J.: Každoroční hnojení kejdou prasat [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1982.

Došlo dne 8. 11. 1982

ШКАРДА, М. — ЙОКЕШОВА, Я. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага - Рузыне): Эффективность ежегодного удобрения жидким навозом свиней в севообороте со 100 % замещением зерновых. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 425-438.

В 3-летних полевых опытах в 3 местах произрастания географической сети опытных станций в ЧСР в 1972—1981 гг. в севообороте с бобом, озимой пшеницей и яровым ячменем было доказано 10-летнее положительное влияние ежегодного удобрения жидким навозом свиней в количестве 84—138 кг/га азота на валовую продукцию (+21 — +28 %), выход сухой массы культур (+15 — +24 %), агрохимические свойства почвы, вынос питательных веществ растением, продуктивный и урожайный эффект азота, химическую эффективность удобрения. Выравненный баланс органических веществ в почве требует систематической заправки ячменной соломой под бобы. Ежегодное удобрение жидким навозом свиней достигает 93—96 % эффективности эквивалентных доз минеральных удобрений. Вместе с минеральным дополнительным удобрением оно позволяет ежегодно экономить 86 кг/га азота в виде минеральных удобрений, при валовой продукции на +40 % выше, чем на не-удобрённых контрольных участках. Продуктивный и урожайный эффект азота после удобрения жидким навозом бывает на 6—8 % выше, чем после NPK_E -удобрения. Степень рентабельности ежегодного удобрения жидким навозом свиней бывает на 73 % выше, чем после NPK_E -удобрения, и с меньшими затратами на 44 %. С экономической точки зрения PK - и NPK_E -дополнительное удобрение считаются неэффективными. Предложена система ежегодного удобрения жидким навозом свиней в севообороте, позволяющая экономить 52 %, или же 106 % потребности в зерновых в полноразнообразных комбикормах для откорма свиней ГСХП из собственных источников удобрения.

минеральные удобрения; урожайный и продуктивный эффект азота; баланс органических веществ; переваримые азотистые вещества; выход белков; экономическая эффективность затрат на удобрение; дорогостоящее; система удобрения; полноразнообразная кормосмесь; бобы на зерно; пшеница озимая; ячмень яровой

ŠKARDA, M. — JOKEŠOVÁ, J. (Research Institute for Crop Production, Praha - Ruzyně): The Effectiveness of Annual Fertilization with Pig Slurry in the Crop Rotation with 100% Proportion of Cereals. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 425-438.

In the period 1972 to 1981, three permanent field trials at three sites of the geographic network of experimental stations in the Czech Socialist Republic were performed, the crop rotation being horse bean, winter wheat and spring barley. During this 10-year period the positive influence was proved of annual fertilization with pig slurry (annual application rate 84 to 138 kg ha⁻¹ N) on the gross production (+21 to 28 %), dry matter yield (+15 to +24 %), agrochemical soil properties, nutrient uptake by the plant, production and yield effect of nitrogen and on the economic effectiveness of fertilization. A stabilized balance of organic substances in the soil can be achieved only by a regular ploughing in of barley straw under horse bean. The annual fertilization with pig slurry equals in its effectiveness to 93—96 % of that achieved by the equivalent doses of fertilizers. The application of pig slurry, including the additional fertilization with mineral substances, represents a significant annual saving of 86 kg ha⁻¹ of nitrogen in fertilizers, at gross production by +40 % higher than in the unfertilized control variants. The production and yield effect of nitrogen after the application of pig slurry is by 6 to 8 % higher than after NPK_E application. The profitability rate of annual pig slurry application is by 73 % higher than at the NPK_E application, the costs being by 44 % lower. From the economic viewpoint the PK and NPK additional fertilizing is ineffective.

A system of annual fertilization with pig slurry in a crop rotation is proposed which would enable to cover 52 % or 106 % of grains in the complete feed mixture for pig fattening from their own fertilization sources.

fertilizers; yield and production effect of nitrogen; balance of organic substances; digestible nitrogen compounds; protein yield; economic effectiveness of fertilization costs; cost rate; fertilization system; complete feed mixture; horse bean for grain; winter wheat; spring barley

Adresa autorů:

Ing. Milan Škarda, CSc., ing. Jarmila Jokešová, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

F. Löbl, Z. Köllnerová, J. Váňa, J. Bílý

LÖBL, F. — KÖLLNEROVÁ, Z. — VÁŇA, J. — BÍLÝ, J. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně; Rašelina n. p. Soběslav): *Výroba průmyslového kompostu Vitahum a jeho kvalita*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 443-446.

V práci je uveden rozbor dlouhodobého hodnocení výroby průmyslového kompostu Vitahum na závodech n. p. Rašelina. V návaznosti na získané výsledky je hodnocena možnost využití tuhých domovních odpadů, jako náhrady za rašelinu. Dosažené výsledky potvrdily, že tuhé domovní odpady z běžného svozu při 40% zastoupení v surovinové skladbě umožňují výrobu kompostu Vitahum B, případně Vitahum C. V souvislosti s ochranou životního a přírodního prostředí byl vyhodnocen obsah stopových prvků a těžkých kovů ve vyráběném kompostu Vitahum, použitých tuhých domovních odpadů i z nich vyrobených průmyslových kompostů. Zjištěné výsledky potvrzují, že obsah stopových prvků a těžkých kovů je značně proměnlivý. Aby došlo k účelné a účinné recyklaci hnojivých odpadů do půdy, bude nutné vytvořit odpovídající strategii hospodaření s těmito odpady. Podmínkou účelné recyklace je nejen účinná dosavadní kontrola kvality vyráběných kompostů, ale i organizovaná aplikace těchto kompostů do půdy v daném zájmovém území.

hnojivé odpady; průmyslové komposty; recyklace hnojivých látek; stopové prvky; těžké kovy

Zemědělské využívání hnojivých odpadů považoval Duchoň (1942, 1950), Krouhlík, Leitgeb (1958), Káš (1956), Novák (1977) za účelnou mobilizaci organických látek a živin pro zúrodnování půdy. Účelnost využití hnojivých odpadů potvrzuje výroba průmyslového kompostu Vitahum, zahájená v roce 1948 (Duchoň, 1961), postupně rozšiřovaná o zpracování tuhých domovních odpadů (TDO), stromové kůry, kanalizačních kalů, kejdy prasat (Procházka, 1965; Löbl, Váňa, 1970; Löbl et al., 1975; Apalovič, 1973). Změna surovinové skladby, zejména zvýšení obsahu lehce rozložitelné organické hmoty se promítla ve zvýšené intenzifikaci průběhu zrání průmyslových kompostů (Štiková et al., 1971; Štiková, 1973), produktivitě tvorby humusových látek (Löbl, Wagnerová, 1975; Wagnerová, 1980), kvalitě vyzrálých kompostů (Löbl et al., 1977) a agronomické účinnosti (Löbl et al., 1970; Škarda, Zobač, 1977). Tyto výsledky jsou v souladu se zjištěním Briedenbacha et al. (1971), Bonda, Straucha (1973), Gaula et al. (1973), Hirschheydta (1975) a Donalda (1982). S postupným poznáním zemědělského využívání hnojivých odpadů a rozvíjející se ochranou životního a přírodního prostředí jsou zdůrazňovány některé rizikové

složky, zejména zvýšený obsah stopových prvků a některých těžkých kovů. Strategie nakládání s odpady (O d u m, 1977) musí proto respektovat všechny tyto aspekty tak, aby do detritového potravního řetězce byly vráceny organické látky bez rizika, že dojde ke zhoršení úrodnosti půdy.

MATERIÁL A METODY

Kvalita vyráběného průmyslového kompostu Vitahum v letech 1970–1982 na závodech n. p. Rašelina Soběslav byla hodnocena odběrem osmi vzorků na každém závodě. Tímto způsobem bylo každoročně hodnoceno nejméně 50 vzorků. V návaznosti na výrobu těchto kompostů byla každoročně hodnocena kvalita jednotlivých odpadů. Za celou dobu sledování byla kvalita těchto odpadů hodnocena odběrem 10–12 vzorků. Kvalita perspektivně používaných tuhých domovních odpadů byla sledována u běžného svozu (lokálně i centrálně vytápěných bytů) a selektivního svozu z centrálně vytápěných bytů. Po jejich rozdrčení na drtiči Gondard byly ze získané drtě založeny komposty a hodnoceny stejným způsobem jako Vitahum. Hodnocení se opírá o analýzu 15 až 20 vzorků.

Kvalita průmyslových kompostů byla hodnocena na obsah vody, organických látek, N, P_2O_5 a K_2O podle ČSN 46 5735. Obsah stopových prvků a těžkých kovů byl stanoven na atomovém absorpčním spektrofotometru Southern Analytical A 3000 při použití příslušných lamp v plameni vzduch-acetylen (Ellwell, Gidley, 1967).

VÝSLEDKY

Průměrný obsah organických látek, N, P_2O_5 a K_2O za období 1970 až 1980 potvrzuje (obr. 1), že vyráběný Vitahum převyšuje kvalitu stanovenou ČSN, podle které má obsahovat 36,0 % organických látek, 0,6 % N, 0,30 % P_2O_5 a 0,20 K_2O . Většina závodů n. p. Rašelina dodává Vitahum se zvýšeným obsahem organických látek v průměru o 22,2 %, N o 58,0 %, P_2O_5 o 83,3 % a K_2O o 165,0 %. Z rozboru surovinové skladby jednotlivých závodů a dlouhodobě hodnocené kvality použitých odpadů (tab. I) je zřejmé, že na zvýšeném obsahu organických látek se podílí především rašelina, kapucín, stromová kůra a uhelné odpady. Obsah živin je ovlivněn nejen jejich obsahem v použitých odpadech, ale i jejich procentickým podílem v surovinové skladbě.

V návaznosti na hodnocení kvality vyráběného kompostu Vitahum byl u vybraných vzorků (20 % celého souboru) hodnocen obsah stopových prvků a některých těžkých kovů. U odebraných vzorků byl zjištěn obsah dále uvedených prvků (v % sušiny):

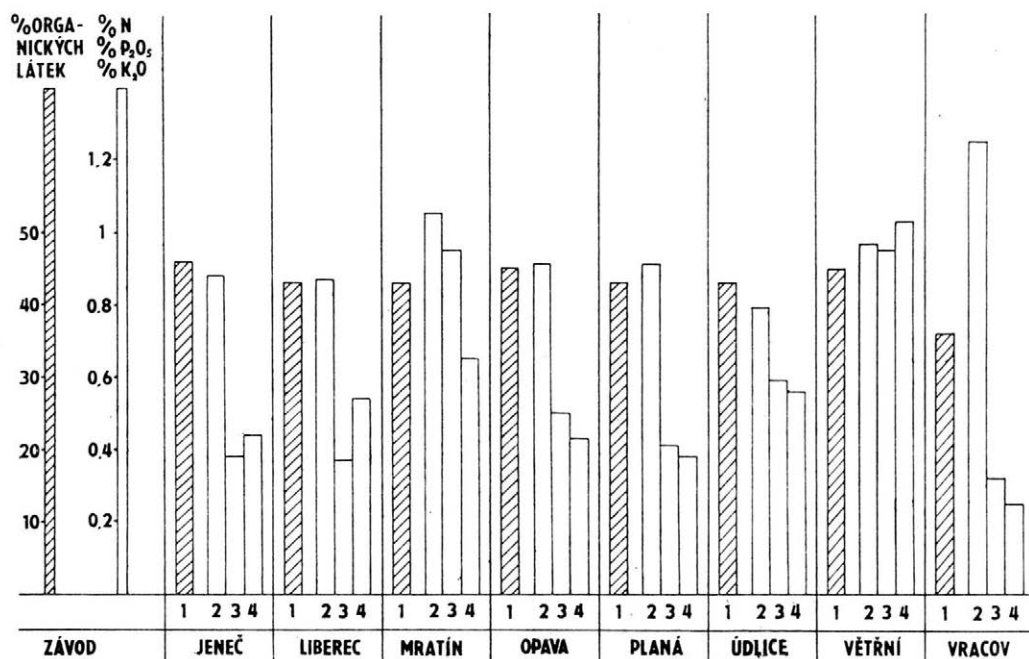
Obsah	Ca	Mg	Mn	Zn	Pb	Ni	Cu	Co	Cd
Minimální	2,53	0,22	0,02	0,03	0,005	0,030	0,053	0,015	0,0005
Maximální	6,45	0,47	0,08	0,15	0,054	0,045	0,090	0,030	0,0014

Obsah těchto prvků ve vyzrálém kompostu Vitahum je ovlivněn použitými odpady obdobně jako obsah živin. Rozdíly v obsahu Ca svědčí o rozdílném zpracování vápenatých odpadů. Z ostatních prvků, zejména obsah Zn, Ni a Cu je převážně ovlivněn použitím kanalizačních kalů. Posouzení změn obsahu ostatních prvků, zejména těžkých kovů (Pb, Co, Cd) si vyžádá další detailní hodnocení.

I. Chemické složení vybraných odpadů používaných k výrobě průmyslového kompostu Vitahum v maximálních⁺, minimálních⁺⁺ a průměrných hodnotách ze všech vzorků⁺⁺⁺ (v % sušiny) — Chemical composition of selected wastes employed for the production of industrial compost Vitahum; maximum⁺, minimum⁺⁺ and average values of all samples⁺⁺⁺ (% of dry matter)

Odpad	H ₂ O			Organická hmota			N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Prosev skládky městského odpadu	21,4 ⁺	18,2 ⁺⁺⁺	14,1 ⁺⁺	26,4	16,4	13,2	0,59	0,42	0,29	0,39	0,28	0,12	0,46	0,38	0,25
Kapucín (lignit)	50,4	41,9	26,3	80,0	44,7	23,0	1,18	0,67	0,49	0,25	0,06	0,02	0,63	0,31	0,05
Uhelné odpady	51,8	25,4	8,4	83,3	59,2	25,2	1,06	0,88	0,25	0,24	0,22	0,02	0,78	0,32	0,06
Stromová kůra	81,2	61,62	25,7	98,1	89,2	74,4	2,76	0,81	0,06	0,27	0,16	0,05	0,38	0,23	0,05
Kanalizační kaly v rypném stavu	79,4	67,9	54,6	87,0	53,1	17,9	2,76	2,17	0,59	3,1	2,89	0,8	0,7	0,46	0,24
Papírenské kaly	87,4	69,19	51,5	97,7	64,7	49,6	1,14	0,54	0,04	0,47	0,29	0,15	0,32	0,22	0,11
Cukrovarská šáma	53,4	39,5	26,5	18,2	10,5	6,0	0,26	0,20	0,15	1,62	0,89	0,03	0,25	0,17	0,12

Pozn.: uvedené označení ⁺ (a), ⁺⁺ (b) a ⁺⁺⁺ (c) u prosevu skládky městského odpadu v hlavním sloupci H₂O se vztahuje na všechny hodnoty dílč. sloupce a, b a c v celé tabulce



1. Dlouhodobý průměr obsahu organických látek (1), N (2), P₂O₅ (3) a K₂O (4) průmyslového kompostu Vitahum vyráběném na jednotlivých závodech n. p. Rašelina Soběslav — A long-term average content of organic substances (1), nitrogen (2), P₂O₅ (3) and K₂O (4) in the commercial compost Vitahum produced in different plants of the Rašelina national enterprise, Soběslav

Další rozvoj výroby průmyslových kompostů byl postupem doby zúžen na řešení dva základní problémy. Především byla řešena otázka snížení obsahu rašeliny ve vyráběných kompostech z 30 a více procent na maximálně 15 %. V této souvislosti bylo třeba řešit otázku využití dalších vhodných odpadů s dostatečným obsahem organických látek. Z řady odpadů tomuto požadavku vyhovovaly především TDO, stromová kůra a některé odpady vyskytující se poměrně v malém množství, a to ještě jen v určitých oblastech. Proto na TDO byla soustředěna maximální pozornost. Při hodnocení zemědělské využitelnosti těchto odpadů je třeba zdůraznit, že se jedná o odpady se značně heterogenní skladbou (ovlivněnou výskytem jednotlivých složek, zejména tzv. běžného kuchyňského odpadu, papíru, hadrů, ale i skla, kovu, plastů, popelovin apod.), jejichž zemědělské využití je podmíněno jejich mechanickou úpravou (roztříděním, drcením). Experimentální provozní ověření kvality drtě TDO a z ní vyrobených kompostů bylo provedeno na závodě Rašelina n. p. Údlice u Chomutova.

Běžně svážené TDO a jejich kvalita je především závislá na stavu bytového fondu. V městské aglomeraci Chomutov jsou TDO svázeny od 80 000 obyvatel při poměru centrálně k lokálně vytápěnému bytovému fondu 1 : 0,56, specifické produkci 202,4 kg. obyvatel⁻¹. rok⁻¹, koeficientu rozvoje služeb 1,0385 (Nesvadbá, 1970) a koeficientu vlivu industrializace 1,0292. Za těchto podmínek byl zjištěn rozdílný obsah normovaných složek a dalších sledovaných prvků (tab. II). Obsah orga-

II. Kvalita drtě tuhých domovních odpadů běžně svážených z městské aglomerace Chomutov (v % sušiny) — The quality of crushed material produced from the household solid wastes from the current collection in the urban agglomeration Chomutov (% of dry matter)

Složka	Květen	Srpen	Září	Listopad	Prosinec	Leden
Organická hmota	25,92	32,75	53,20	22,02	24,28	50,22
N	0,48	0,74	1,10	0,61	0,42	0,79
P ₂ O ₅	0,42	0,34	0,60	0,90	0,22	0,35
K ₂ O	0,56	0,43	0,30	0,79	0,26	0,24
Ca	3,00	3,40	1,70	2,70	3,50	2,10
Mg	0,18	0,21	0,07	0,20	0,32	0,18
Fe	1,68	1,75	1,49	3,45	4,03	2,05
Zn	0,180	0,219	0,073	0,213	0,041	0,150
Mn	0,100	0,073	0,069	0,190	0,058	0,094
Pb	0,012	0,016	0,160	0,028	0,011	0,043
Ni	0,010	0,013	0,009	0,009	0,012	0,009
Cu	0,048	0,170	0,013	0,057	0,019	0,050

nických látek se pohybuje v rozmezí 22,02 (běžného svozu) — 53,20 % v sušině u selektivního svozu, nejnižší obsah organických látek je v zimním období (s výjimkou ledna, kdy v návozu TDO bylo značné množství obalových materiálů), největší v letním období. Obsah dusíku koreluje s obsahem organických látek. Obsah P₂O₅, K₂O a dalších sledovaných prvků je proměnlivý, je však ve většině případů větší u zimního než u letního svozu TDO.

U selektivně svážených TDO z centrálně vytápěného bytového fondu byl zjištěn dále uvedený obsah normovaných složek a dalších sledovaných prvků (v % sušiny):

Složka	minimálně	maximálně
Organické látky	46,50	57,20
N	0,85	1,34
P ₂ O ₅	0,17	0,33
K ₂ O	0,35	1,25
Ca	1,70	3,50
Mg	0,07	0,32
Mn	0,058	0,190
Fe	1,49	4,03
Zn	0,041	0,219
Pb	0,011	0,160
Ni	0,099	0,013
Cu	0,013	0,170
Co	0,010	0,018
Cd	0,0002	0,0008

Při další teplofikaci bytového fondu je tedy předpoklad dalšího zvýšení obsahu organických látek, N a K₂O, méně P₂O₅ v drti TDO. Z ostatních prvků je v této drti obsaženo větší množství Zn, Pb a Cu, menší množství Ni, Co a Cd.

Současná výroba průmyslových kompostů je založena na zpracování několika odpadů, které se vyskytují v ekonomicky únosném okruhu do 15 km. Znamená to, že drť TDO se bude v surovinové skladbě průmyslově vyráběných kompostů podílet jen určitým procentickým zastoupením. Na kompostárně Ůdlice sledovaná surovinová skladba obsahovala 40,0 % drtě TDO, 15,0 % rašeliny, 23,0 % kapucínu a 22,0 % kanalizačních kalů ČOV s obsahem 6,0 % sušiny.

Vyzrálé komposty v závislosti na kvalitě drtě TDO obsahovaly (v % sušiny):

Složka	minimálně	maximálně
Organické látky	26,50	39,12
N	0,64	0,90
P ₂ O ₅	0,29	0,34
K ₂ O	0,25	0,39

Obsah ostatních sledovaných prvků se u jednotlivých kompostů téměř neměnil a dosahoval u Mg 0,448 %, Mn 0,069 %, Fe 2,49 %, Zn 0,032 %, Ni 0,008 %, Cu 0,041 %, Pb 0,050 %, Co 0,002 % a Cd 0,0004 % v sušině. Nižší obsah organických látek ve vyzrálých kompostech s použitím drtě TDO byl ovlivněn jejich intenzivní přeměnou a vysokými hmotnostními ztrátami, které se pohybovaly v rozmezí 26,5 až 40,7 % a přímo korelují se stoupající kvalitou drtě TDO. Obsah normovaných složek odpovídá kvalitě kompostu Vitahum B nebo C, ostatních prvků, zejména obsah těžkých kovů ve většině případů klesá v závislosti na použitých surovinách. Je tedy zřejmé, že vhodnou volbou surovinové skladby, důslednou kontrolou použitých odpadů i vyrobených kompostů je možné předcházet předávkování půdy některými prvky, zejména rizikovými těžkými kovy.

DISKUSE

Z citované literatury vyplývá, že kvalita průmyslových kompostů je v zahraničí ovlivněna použitím TDO, u kompostu Vitahum použitím rašeliny, stromové kůry apod. V naší práci byla soustředěna pozornost na zhodnocení změn kvality kompostu Vitahum použitím TDO při současném posouzení jejich vlivu na obsah stopových prvků a těžkých kovů. Dosažené výsledky potvrzují, že při použití TDO je možno vyrábět průmyslové komposty odpovídající ČSN 46 5735. Zjištěný obsah stopových prvků a těžkých kovů odpovídá zahraničním údajům (Bond, Strauch, 1973; Briedenbach et al., 1971) jejich působení v půdě a ve výživě rostlin si vyžádá dalšího hodnocení.

Literatura

- APALOVIČ, R.: Výzkumná zpráva 47/73. Štátny drevársky výskumný ústav Bratislava, 1973.
- BOND, R. G. — STRAUCH, C. P.: Handbook of Environmental Control II., Chemical Rubber, Cleveland 1973.
- BRIEDENBACH, A. V. a kol.: Composting of Municipal Solid Wastes in the United States. 1971, U. S. E. Protection Agency.
- DUCHOŇ, F.: Kompost — přetlakový ventil pro obtíže při racionálním hospodaření statkovými hnojivy. Věstník ČSAZ 1942.
- DUCHOŇ, F.: Průmyslové komposty, jejich historie a budoucnost, Za vysokou úrodu, 1950, s. 53-54.
- DUCHOŇ, F.: Od zemědělského výzkumu k výrobě 1,5 mil. tun průmyslových kompostů. In: Sborník ČSAZV, 1961, 7, 2.
- GAUL, D. — STRAUCH, D. a kol.: Versuche zur Herstellung von hygienische einwandfreiem Kompost aus luftgetrockneten Faulschlammunter Verwendung verschiedener Zusatz. 1973, Umwelthygiene 10.
- HIRSCHHEYDT, V. A.: Gedanken zum der Müllkompostierung neben der Verbrennung. Wasser und Abwasser 1975, 9.
- KÁŠ, V.: Jak zvyšovat obsah humusu v našich půdách. SZN, 1956.
- KROULÍK, A. — LEITGEB, S.: Horké kompostování. Praha, SZN 1958.
- LÖBL, F. — ŠTIKOVÁ, A. — VAŇA, J.: Vliv tekutých hnojů z velkovýrobních technologií živočišné výroby na zrání kompostů z PDO. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1975.
- LÖBL, F. — VAŇA, J.: Hodnocení možnosti zpracování čerstvých městských odpadů na organické hnojivo. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1970.
- LÖBL, F. — VAŇA, J. — KÖLLNEROVÁ, Z.: Technologické problémy výroby kompostů z městských drčených odpadů a jejich návaznost na kvalitu vyzrálého kompostu. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1977.
- LÖBL, F. — ZOBAC, J. — ŠTIKOVÁ, A.: Einflüsse unterschiedlich ausgereifter industriell hergestellter Komposte auf Wachstumsfähigkeit und Ertrag von Mais in Topfvegetationsexperimenten. Informationsblatt IAM, 1970, č. 3, s. 86-92.
- LÖBL, F. — WAGNEROVÁ, V.: Stanovení rychlosti přeměny organických látek v různé ošetřených kompostech z odpadů. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1975.
- NESVADBA, J.: Perspektivní formy odstraňování odpadků. In: Sborník ČSVTS Praha, 1970.
- NOVÁK, B.: Ispolzovaniye organičeskich udobrenij, izgotovlennych iz gorodskich otrobov. Organičeskije udobrenija. Moskva 1972.
- ODUM, E. P.: Základy ekologie. Praha, Akademia 1977.
- PROCHÁZKA, O.: Využití odpadní smrkové kůry v zemědělství. Papír a celulóza, 20, 1965, č. 11, s. 281-285.
- ŠKARDA, M. — ZOBAC, J.: Agronomická účinnost průmyslově zpracovaných odpadů. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1977.
- ŠTIKOVÁ, A.: Mikrobiologické pochody v průmyslově vyráběných kompostech. [Kandidátská dis. práce.] Praha, 1973.
- ŠTIKOVÁ, A. — LÖBL, F. — KOŠATKOVÁ, J.: Vliv čerstvých drčených odpadů na intenzitu mikrobiologických a biochemických změn v průběhu zrání průmyslově vyráběných kompostů. In: Sborník IX. sjezdu Mikrobiologické společnosti ČSAV, 1971, s. 120.
- WAGNEROVÁ, V.: Interakce mezi stupněm přeměny organické hmoty různě ošetřovaných kompostů z odpadů a biochemickými pochody v půdě. [Kandidátská dis. práce.] Praha, 1980.

Došlo dne 8. 11. 1982

ЛОБЛ, Ф. — КОЛЛНЕРОВА, З. — ВАНЯ, Я. — БИЛЫ, Й. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага - Рузине; Рашелина нац. предпр., Собеслав): Производство промышленного компоста витегум и его качество. Ростл. Výroba, 29, 1983 (4) : 443-446.

В статье приводится анализ многолетней оценки производства промышленного компоста витегум в заводах нац. предпр. Рашелина. В связи с полученными результатами оценивается еще возможность использования твердых домашних отходов в качестве замены за торф. Полученные результаты подтвердили, что твердые домашние отходы из нормального своза при

40% замещении сырьевого состава позволяют производство витагума В или С. В связи с охраной окружающей и природной среды было определено содержание микроэлементов и тяжелых металлов в производимом в витагуме, использованных твердых домашних отходов и их произведенных промышленных компостов. Полученные результаты подтверждают, что содержание микроэлементов и тяжелых металлов бывает значительно изменчивым. Чтобы достичь целесообразной и эффективной рециклиции удобрительных отходов в почву, необходимо будет создать соответствующие стратегии ведения хозяйства с этими отходами. Условием целесообразной рециклиции является не только эффективный существующий контроль качества производимых компостов, но и организованное внесение этих компостов в почву на данном земельном участке.

удобрительные отходы; промышленные компосты; рециклиция удобрительных веществ; микроэлементы; тяжелые металлы

LÖBL, F. — KÖLLNEROVÁ, Z. — VÁŇA, J. — BÍLÝ, J. (Research Institute for Crop Production, Praha - Ruzyně; Rašelina, National Enterprise, Soběslav): *The Production and Quality of Industrial Compost Vitahum*. Rostl. Výroba, 29, 1983 (4) : 443-446.

A long-term evaluation of the production of industrial compost Vitahum in the plants of the national enterprise Rašelina is analysed. On the basis of the obtained results, a possibility of using household solid wastes, as a substitute for peat, is discussed. These results confirm that the household solid wastes from the current collection are suitable for the production of Vitahum B or C provided they make 40 % of the raw material. The contents of trace elements and heavy metals in Vitahum and in the household solid wastes used in the production of industrial composts were evaluated from the viewpoint of environmental protection. The results showed a high variability of the content of trace elements and heavy metals. To secure a serviceable and effective recycling of the wastes with fertilizing effect into soil, a special strategy of treating these wastes will have to be devised. Effective recycling can be achieved not only by the check-up of the quality of the produced composts, but also by the plan-wise application of these composts in a given region. fertilizing wastes; industrial composts; recycling of fertilizing substances; trace elements; heavy metals

Adresy autorů:

Ing. František Löbl, CSc., RNDr. Zdislava Köllnerová, ing. Jaroslav Váňa, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha - Ruzyně
Ing. Josef Bílý, Rašelina n. p., náměstí Republiky 55/I, 392 18 Soběslav

Rukopisy odevzdány k tisku 23. 12. 1982, podepsáno k tisku 22. 3. 1983

Ing. Milan Škarda, CSc. se narodil 22. 5. 1923. Po skončení obecné školy v Klánovicích vystudoval reálné gymnázium v Českém Brodě. Ihned po maturitě v roce 1942 byl nasazen jako výpomocný dělník do oceláren Schoeler-Blockmann v Rakousku. Po návratu nastoupil 1. 10. 1942 jako hospodářský asistent na velkostatku České zemědělské rady v Perštýně u Litomyšle, kde pracoval do října 1945.

Koncem října 1945 začal studovat na Vysoké škole zemědělského a lesního inženýrství v Praze. Vysokoškolské studium úspěšně ukončil 2. státní zkouškou v roce 1947.

Od roku 1948 až do likvidace podniku pracoval v Ústředí pro mechanizaci v zemědělství v Praze, nejdříve jako vedoucí traktorové stanice v Malešicích, později jako referent zemědělského oddělení a vedoucí plánovacího a statistického oddělení na Ústředním ředitelství. V roce 1948 byl jmenován žňovým inspektorem a v následujícím roce styčným pracovníkem pro kontrolu plnění plánu MZLH. Současně byl členem rady odborných komisí.

Po absolvování vojenské prezenční služby přešel ing. Škarda v roce 1952 do resortu Ministerstva zdravotnictví, kde pracoval ve finančně ekonomické problematice výrobních podniků do roku 1957. Od prosince tohoto roku dodnes pracuje ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby v oboru výživy a hnojení rostlin. Kromě vlastní vědecko-výzkumné činnosti zastával v letech 1964–1971 funkci vědeckého sekretáře v ústavu výživy rostlin. V roce 1969 byl jmenován vedoucím laboratoře, v roce 1972 vedoucím oddělení organických hnojiv a v roce 1979 vedoucím nově vytvořeného oddělení hnojení.

Svou vědeckou specializaci — statková hnojiva a jejich využití postupně rozvíjí od roku 1959. Jeho dlouholetá iniciativní a důsledná práce na tomto úseku opírající se o maximálně racionální využití živin z organických látek vyprodukovaných v zemědělství přinesla řadu nových poznatků teoretického i praktického významu s velkým ohlasem doma i v zahraničí.

Také jeho záslužná práce soustřeďující se na vypracování ekonomicky efektivního technologicky vhodného a hygienicky nezávadného systému variantního hnojení statkovými a průmyslovými hnojivy v různých výrobních podmínkách přispěla také k tomu, že VÚRV je na úseku hnojení hnojivy hlavním výzkumným pracovištěm v čs. zemědělství.

V roce 1963 byl ing. Škarda přijat do vědecké přípravy a kandidátskou práci úspěšně obhájil v roce 1967.

Koordinace několika dílčích úkolů a řešení věcných a časových etap v těchto dílčích úkolech ve spolupráci s celou řadou výzkumných a projektových organizací a zemědělských podniků určily charakter jeho vědecko-výzkumné práce. S tím souvisela i bohatá mezinárodní spolupráce zemí RVHP, na které se velmi aktivně podílel.



Činnost ing. Škardy je bohatá též na úseku pedagogickém, a to nejen ve výchově vědeckých aspirantů, ale i posluchačů postgraduálního studia na VŠZ v Praze a Brně.

Mimořádně rozsáhlá je jeho činnost na úseku spolupráce se zemědělskou praxí. Spolupracuje s řadou zemědělských podniků, je členem několika KRB; je členem týmu pro spolupráci s OP Státních statků Tachov, OZS Ústí nad Orlicí a s JZD Rudá záře Velké Přílepy. Zúčastňuje se spolupráce s několika KZS a OZS.

Ing. Škarda je členem komise výživy rostlin, Ústřední komise pro životní prostředí a vědeckým sekretářem komise pro ekotoxikologii. Je též členem rady vědeckých rad a dalších institucí.

Ing. Škarda je v současné době jedním z nej přednějších čs. vědeckých pracovníků v oboru výživy rostlin a hnojení. Je zván k důležitým konzultacím řešení současného stavu výživy rostlin a vypracoval důležité prognózy organického hnojení v ČSSR. Vypracoval alternativní systém organického hnojení podle jednotlivých ekotypů v ČSSR i podle výrobní orientace zemědělského podniku a podle hospodaření na půdě.

Jeho metoda výpočtu potřeby zásobení půdy organickými látkami v jednotlivých ekotypech získala vysoké mezinárodní ocenění a byla převzata několika zahraničními pracovišti.

Ing. Škarda se velmi intenzivně zabýval problematikou využití kejdy a vypracoval metody využití těchto cenných hnojivých hmot. Byl první, který na základě svých experimentálních výsledků upozornil na diferenciální výrobní efekt jednotlivých hnojiv i celého systému hnojení v souvislosti s osevními postupy.

Nelze pominout jeho komplexní přístup v zavádění výsledků výzkumu do zemědělské výroby. Právě pro tyto přístupy je ing. Škarda vysoce vážen v široké zemědělské praxi.

Za dlouholetou vědeckou a společenskou činnost obdržel řadu významných ocenění: „Vynikající pracovník zemědělství a výživy“, „Pamětní medaile k 20. výročí vzniku JZD 1949–69“, „Pamětní medaile k 25. výročí budování socialistického zemědělství“, „Vítěz socialistické soutěže“. K 30. výročí osvobození ČSSR a za úspěšnou práci pro VÚRV, ČSAZ a ČSVTS obdržel ing. Škarda řadu čestných uznání.

Zdaleka neúplný výčet vykonané práce, splněných úkolů a s velkou zodpovědností vykonávaných funkcí svědčí o jeho mimořádné pílí, pracovním elánu a houževnatosti.

Do dalších let úspěšné vědecké, organizační a propagátorské práce přejeme ing. Škardovi, CSc. mnoho úspěchů, v dalším životě pak hodně spokojenosti a především pevné zdraví.

Ing. Jiří Apltauer, CSc.,
Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně

Škarda M.: Organická hnojiva — základ půdní úrodnosti	337
Apfelthaler R.: Změny půdního dusíku vlivem dlouhodobého organického a organicko-minerálního hnojení	339
Damaška J.: Vliv dlouhodobého hnojení a vápnění na obsah a složení humusu v různých půdách	345
Římovský K.: Bilance potřeby a úhrady organických látek v osevním postupu	353
Strnad P.: Organické hnojení v osevním postupu na degradované černozemi	359
Křišťan F., Skala J.: Dlouhodobá účinnost organického hnojení na hnědé půdě	367
Škarda M.: Dlouhodobá účinnost hnoje v řepářském osevním postupu na těžké hnědozemí	377
Rozsypal R., Rozsypalová Z., Juřenčák J., Herman M., Novotný J.: Vliv dlouhodobě uplatňované minimalizace zpracování půdy na její úrodnost	387
Vokál B., Rindoš E.: Vliv kejdy skotu na výnos a výtěžnost konzumních brambor	401
Chochola J., Halíková R.: Interakce mezi hnojením slámou, dusíkem a fosforem u cukrovky	407
Srp A., Štranc J., Matátko J., Lišťanský J.: Vliv organických a průmyslových hnojiv na výnosy chmele	417
Škarda M., Jokešová J.: Účinnost každoročního hnojení kejdou prasat v osevním postupu se 100% zastoupením zrnin	425
Löbl F., Köllnerová Z., Váňa J., Bílý J.: Výroba průmyslového kompostu Vitahum a jeho kvalita	439

СОДЕРЖАНИЕ — Органоческие удобрения

Апфелталер Р.: Действие органического и органо-минерального удобрений на изменение почвенного азота	344
Дамашка Я.: Влияние многолетнего удобрения и известкования на содержание и состав гумуса в разных почвах	351
Ржимовский К.: Баланс потребности и покрытия органических веществ в севообороте	358
Стрнад П.: Органическое удобрение в севообороте на деградированном черноземе	365
Кржиšťан Ф., Скала Я.: Многолетний эффект органического удобрения на бурой почве	375
Шкарда М.: Многолетний эффект навоза в свекловодческом севообороте на тяжелом буроземе	385
Розсыпал Р., Розсыпалова З., Юржечак Я., Герман М., Новотны Я.: Влияние применяемой минимализации обработки почвы в течение нескольких лет на ее плодородие	400
Вокал Б., Риндош Е.: Влияние жидкого навоза крупного рогатого скота на урожай и выход столового картофеля (Е)	406
Хохол Я., Галикова Р.: Взаимодействие между удобрением соломой, азотом и фосфором у сахарной свеклы	416
Срп А., Штранц Я., Матятко Я., Лиштянский Й.: Влияние органических и минеральных удобрений на урожай хмеля (Е)	424
Шкарда М., Йокешова Й.: Эффективность ежегодного удобрения жидким навозом свиней в севообороте с 100% замещением зерновых	437
Лобл Ф., Коллнерова З., Ваня Я., Билы Й.: Производство промышленного компоста Витагум и его качество	445

Apfelthaler R.: The Changes in Soil Nitrogen Content as a Result of Long-term Manuring and Fertilizing	344
Damaška J.: The Influence of Long-term Fertilizing and Liming on the Content and Composition of Humus in Different Soils	351
Římovský K.: The Balance of the Need and Supply of Organic Substances in Crop Rotation	358
Strnad P.: Organic Fertilization in the Crop Rotation on Degraded Chernozem	365
Křišťan F., Skala J.: The Long-term Efficiency of Organic Fertilizing on the Brown Forest Soil	375
Škarda M.: Long-term Efficiency of Manure in the Beet Crop Rotation on Heavy-Textured Gray-Brown Podzolic Soil	386
Rozsypal R., Rozsypalová Z., Juřenčák J., Herman M., Novotný J.: The Influence of Long-term Minimum Soil Cultivation on its Fertility	400
Vokál B., Rindoš E.: The Influence of Cattle Slurry on the Yield and Net Yield of Table Potatoes	406
Chochola J., Halíková R.: The Interaction of Straw, Nitrogen and Phosphorus Fertilization in Sugar Beet	416
Srp A., Štranc J., Mařátko J., Lištanský J.: The Influence of Manure and Fertilizers on Hop Yields	424
Škarda M., Jokešová J.: The Effectiveness of Annual Fertilization with Pig Slurry in the Crop Rotation with 100% Proportion of Cereals	437
Löbl F., Köllnerová Z., Váňa J., Bílý J.: The Production and Quality of Industrial Compost Vitahum	446

Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS - ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS - ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2.