

VĚDECKÝ ČASOPIS



ROSTLINNÁ VÝROBA



9

ROČNÍK 23 (I)

PRAHA

ZÁŘÍ 1977

CENA 18 Kčs

NOVYAM 23(9)

277 — 1008

CSSR ISSN 0035—8371

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDELSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA

Řídí redakční rada

Prof. ing. František Hron, CSc. (předseda), ing. Jiří Apltauer, CSc., ing. Ivo Bareš, CSc., doc. ing. Mikuláš Derco, CSc., dr. ing. Zbyněk Facek, CSc., ing. Josef Habovštiak, CSc., ing. Josef Hlaváček, CSc., prof. dr. ing. Václav Káš, DrSc., doc. 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. Miloslav Schmied, CSc., ing. Josef Slepíčka, CSc., doc. ing. Ján Švihra, CSc., ing. Juraj Uhliar, CSc.

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

Redaktorka RNDr. Eva Perglerová

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1977

■
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. 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.

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

■
Le journal scientifique ROSTLINNÁ VÝROBA publie les études, analyses et traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de production végétale. Publié par l'Institut des Informations Scientifiques et Techniques pour l'agriculture. Publié chaque mois. Rédaction 120 56 Prague 2, Slezská 7.

Organická hnojiva jsou jedním z hlavních výrobních prostředků čs. zemědělství, výrobním prostředkem, získaným z vlastních zdrojů, který již po staletí zúrodňuje půdu a zvyšuje její produktivnost.

Organická hnojiva jsou nevyčerpatelným zdrojem organických látek a živin. Jsou nenahraditelným článkem koloběhu látek v přírodě a v zemědělství. Příznivě ovlivňují mikrobiální, biochemické, agrochemické a fyzikální přeměny v půdě. Nahrazují každoročně více než 40 % mineralizovaných organických látek v půdě. Kompenzují jednostranné působení průmyslových hnojiv a zvyšují jejich účinnost. V ročním průměru obohatí 1 ha z. p. o 1,0 t organických látek, 28 kg N, 5 kg P, 32 kg K, 18 kg Ca a 4 kg Mg. Při dodržovaném systému hnojení a celé agrotechniky jsou i významným prostředkem ochrany prostředí.

Každoročně se v ČSSR produkuje 46,2 mil. t chlévské mrvy, 21,8 mil. t močůvky a 4,2 mil. t kejdy. V této produkci se do koloběhu látek v zemědělství vrací 8,379 tis. t organických látek, 275 tis. t N, 53 tis. t P a 303 tis. t K, v celkové hodnotě téměř 3 miliard Kčs. Po ztrátách organických látek a živin během skladování stájových hnojiv, které jsou stále neúměrně veliké, klesá tato hodnota stájových hnojiv na 2 miliardy Kčs. Z toho vyplývá, že současné ztráty na organických látkách a NPK živinách dosahují u stájových hnojiv téměř 1 miliardy Kčs ročně.

Ohodnotili-li se dnešní produkce NPK živin ve stájových hnojivech (po ztrátách při skladování) minerálními ekvivalenty, tzn. účinnosti NPK živin v průmyslových hnojivech, dosahuje hodnota účinných NPK živin ve stájových hnojivech, oceněná velkoobchodními cenami 1,6 miliardy Kčs. Takto oceněné účinné NPK živiny ve stájových hnojivech reprezentují každoročně plných 30 % z dnešních dodávek NPK živin v průmyslových hnojivech do zemědělských podniků.

Z tohoto stručného ohodnocení vyprodukovaných organických látek a živin ve stájových hnojivech jednoznačně vyplývá, že péče a řádné hospodaření se stájovými hnojivy je významným národohospodářským opatřením.

Sortiment organických hnojiv se v posledních patnácti letech rozšířil o nové druhy s různým obsahem a formou živin a organických látek. Kromě již diskutovaných stájových hnojiv, tradičního hnoje, močůvky, kompostu z chlévské mrvy a rozšiřujícího se zeleného hnojení (ca 4 % orné půdy) je to hlavně kejda skotu, prasat, drůbeže, jejíž množství v sortimentu organických hnojiv stále stoupá na úkor klasických stájových hnojiv, a sláma (do roku 1976 se zaorávalo již 10 % celkové sklizně na 5 % orné půdy). Sortiment statkových hnojiv doplňují průmyslové komposty, ve kterých novou a hlavně perspektivní formou jsou průmyslové komposty na bázi až 100% zastoupení drceného pevného domovního odpadu v surovinové skladbě. Tento asanačně a národohospodářsky zdůvodněný poznatek a jeho realizace postupně omezí až zcela vyřadí použití rašeliny z výroby průmyslových kompostů, pro kterou jsou účelnější způsoby využití.

S nástupem tohoto sortimentu se mění technika hnojení, umožňují se různé dvoj- až trojkombinace organického hnojení v závislosti na vý-

robních podmínkách. Rozšiřují se termíny aplikace; tradiční dvou- až pětiletý cyklus se doplňuje každoročním organickým hnojením a také hnojením ve specifických výrobních podmínkách. Zpřesňují se dávky organických hnojiv, zejména při využívání kejdy z velkokapacitních bezstelivových provozů. Nový sortiment organických hnojiv také umožňuje významnou úsporu průmyslových hnojiv, zvláště v podnicích s vysokou koncentrací hosp. zvířat.

To jsou hlavní důvody předurčující postupnou reorganizaci vžitých systémů organického hnojení v rostlinné výrobě, v návaznosti na nově budovaná střediska živočišné výroby a agrochemické podniky. Celá situace je o to složitější, že organické hnojení ve velkovýrobních soustavách hospodaření na půdě není dnes jen zemědělskou záležitostí, ale celospolečenským opatřením, na které se bezprostředně vztahují hygienické, veterinární a vodohospodářské aspekty.

Efektivní a také nezávadné využívání organických hnojiv v čs. zemědělství závisí na úzké vazbě rostlinné a živočišné výroby a na dodržovaném systému hnojení ve všech půdně klimatických podmínkách. V ČSSR nelze, až na ojedinělé výjimky, budovat střediska živočišné výroby bez vazby na půdu. Prokázalo se, a to se týká především bezstelivových stájí, že koncovka a její zodpovědné vyřešení je limitujícím faktorem efektivnosti celého provozu.

O dlouhodobém systematickém využívání tohoto sortimentu organických hnojiv v každém okrese rozhodne příslušný generel rozvoje zemědělské výroby. Součástí tohoto generelu musí být zodpovědně vypracovaná koncepce rozmístění živočišné výroby v jednotlivých kooperačních seskupeních a obvodech, respektující specializaci výroby, ochranu prostředí a návaznost na rostlinnou výrobu. Rozhodujícím činitelem je zabránit kumulaci producentů organických hnojiv na úkor ostatních lokalit, a tím zvýšit účinnost organického hnojení a zabezpečit rovnoměrné zúrodnění půdy v celém zájmovém území. Nedílnou součástí této koncepce jsou i konkrétní harmonogramy produkce, spotřeby a zásoby organických hnojiv, určující nejen skladovací kapacitu pro uskladnění chlévské mrvy, močůvky nebo kejdy, ale rozhodující o celém systému organického hnojení v podniku, kooperačním seskupení a okrese.

Avšak přes všechny pozitivní stránky jejich působení v rostlinné výrobě zůstávají organická hnojiva, až na malé výjimky, zemědělskou praxí nedoceněna. A proto i toto tématické číslo Rostlinné výroby, s nejnovějšími poznatky na úseku organického hnojení v ČSSR, má pomoci mobilizovat zájem zemědělské veřejnosti o vlastní výrobní prostředek, který je již tradičně základním pilířem úrodnosti čs. půd.

Ing. Milan Š k a r ě a, CSc.
VÚRV, Praha - Ruzyně

B. Novák

NOVÁK, B. (Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Vztah přeměn organické hmoty a dusíku v půdě*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 899-904.

Přeměny organických látek ovládají jak mineralizaci dusíku, tak i jeho biochemickou imobilizaci a opětnou remineralizaci. Imobilizace N je endergonický pochod, k němuž se získává energie v paralelních pochodech mineralizace substrátu. Rozsah imobilizace je určen jednak možnostmi uvolnění volné biochemicky využitelné energie pro tyto endergonické pochody a jednak množstvím organických látek, na něž je možné dusík vázat. V půdní organické hmotě je možné akumulovat jen takové množství N, které nepřekračuje asi 10 % přítomného organického uhlíku. Při mineralizaci N z půdního humusu i při mineralizaci N z nově vytvořených organických dusíkatých látek v půdě je poměr mineralizovaného C k mineralizovanému N přibližně roven deseti.

imobilizace dusíku; mineralizace C a N; bioenergetika

Dokladů o vzájemné podmíněnosti přeměn organických látek a dusíku v půdě je mnoho. Přesto není tato skutečnost často respektována. To je nepochybně způsobeno tím, že vztahy mezi přeměnami půdního uhlíku (organických látek) a půdního dusíku jsou dosud nedostatečně kvantifikovány.

Pokusili jsme se proto v posledních letech zpřesnit dosavadní poznatky použitím bioenergetických přístupů (Novák, 1970, 1971, 1975, 1977). Tento příspěvek je dalším rozšířením těchto poznatků získaných v modelových pokusech.

MATERIÁL A METODY

Zemina (agregáty 1–2 mm) odebraná z ornice černozemní půdy v Ruzyni. (1,42 % C; 0,143 % N; pH 6,9) byla obohacena podle tohoto schématu:

- A – kontrola – bez obohacení
- B – 1 % glukózy (tj. 0,4 % C)
- C – 0,04 % N [ve formě $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$]
- D – 1 % glukózy + 0,04 % N

Vlhkost byla upravena na 25 % a zemina byla ve skleněných válcích zakrytých netěsně přiléhajícími víčky inkubována při 28 °C po dobu pěti dnů. Každý den byla likvidována jedna paralela každé pokusné varianty a analyzována.

Byl stanoven obsah veškerého C oxidimetricky (Alten et al., 1934); obsah $\text{NH}_4^+\text{-N}$ izotermní difúzí podle Conway (Pokorná-Kozová et al., 1964); obsah $\text{NO}_3^-\text{-N}$ kolorimetricky fenoldisulfonovou metodou (Löbl a Novák, 1964) a respirace podle Nováka a Apfelthaler (1964).

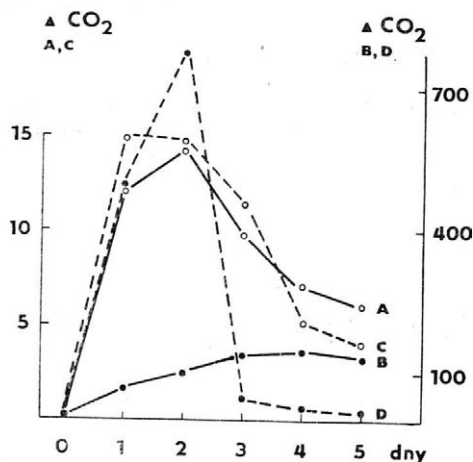
Současně byla zemina těchto variant inkubována v kónických lahvích, uzavřených zátkami s provlečenými skleněnými trubicemi. Tyto lahve byly kontinuálně promývány vzduchem zbaveným CO_2 a zvlhčeným vodními parami, aby se inkubovaná zemina nevysušela. CO_2 uvolněný ze zeminy byl jímán v roztoku KOH a vzniklé karbonáty byly určovány titračně (přídavkem BaCl_2 byl K_2CO_3 převeden na BaCO_3 a zbylé OH^- byly titrovány HCl na fenolftalein).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Průběh mineralizace organických látek je sumarizován v tab. I. Úplná mineralizace přidaného substrátu (glukózy) by poskytla výtěžek 1467 mg CO_2 na 100 g zeminy. Jestliže předpokládáme, že mineralizace půdní organické hmoty se přídavkem lehce využitelného substrátu (glukózy) nezměnila, tj. že byl nulový „priming effect“, byla přidaná glukóza mineralizována ve variantě B (bez přídavku N) ze 38 % a ve variantě D bylo mineralizováno téměř 90 % přidaného substrátu.

I. Produkce CO_2 v průběhu pokusu (mg CO_2 na 100 g suché hmoty) — The production of CO_2 in the course of the experiment (mg CO_2 per 100 g dry matter)

Den pokusu	Varianty			
	A	B	C	D
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	12,4	64,1	14,8	496
2	26,1	162,7	29,5	1270
3	35,8	301,7	41,1	1317
4	43,1	336,5	46,4	1345
5	49,2	578,4	50,5	1362



1. Rychlost mineralizace organických látek (mg CO_2 na 100 g suché hmoty za 24 hodin) — The rate of mineralization of organic substances (mg CO_2 per 100 g dry matter per 24 hours)

A ○ ——— ○ C ○ ——— ○
B ● ——— ● D ● ——— ●

Představa, že nedostatek dusíku omezí celkový rozsah mineralizace organických látek, by však nebyla správná. Vyplývá to z obr. 1, znázorňujícího průběh mineralizace substrátu v jednotlivých dnech inkubace. Rovněž z tab. I lze vypočítat, že mineralizace půdní organické hmoty se přidavkem dusíku zvětšila o 20 % v průběhu prvního dne inkubace, ale v průběhu pátého dne byla ve variantě s přidáním dusíkem (C) o třetinu menší než ve variantě bez dusíku (A). Za pokusné období pěti dnů byla celková mineralizace půdní organické hmoty obou těchto variant (A a C) téměř stejná.

Ve variantách s přidavkem lehce využitelného substrátu je vliv dusíku ještě výraznější. Mineralizace organických látek ve variantě D (přídavek glukózy + N) je v prvním inkubačním dnu zhruba osmkrát větší než ve variantě B (přídavek glukózy). V posledním, pátém, inkubačním dnu je tomu naopak, celkový rozsah mineralizace je ve variantě B osmkrát větší než ve variantě D. V průběhu inkubace však došlo ve variantách B a D k velkým změnám v obsahu organických látek. Přepočteme-li proto rozsahy mineralizace substrátu v pátém dni inkubace na celkový podíl nezmineralizovaného přidaného substrátu, budou rozdíly mezi variantami B a D méně příkré. V tomto posledním dnu se ve variantě B zmineralizovalo necelých 13 % zachovalého substrátu, ve variantě D to bylo asi 6 %. Rychlost mineralizace substrátu byla ve variantě D tedy jen asi poloviční ve srovnání s variantou B. Tento rozdíl v rychlostech mineralizace byl nepochybně způsoben rozdílnou stabilitou organických látek v obou těchto variantách (tab. II). Z tab. II je rovněž zřejmé, že v průběhu krátkodobé inkubace se ani ve variantách s přidavkem dusíku nevyrovná stabilita organických látek po přidavku snadno využitelného substrátu (varianta D) stabilitě půdní organické hmoty (varianty A a C).

Stabilizace půdní organické hmoty je jedním z rysů její humifikace. Proto její podmínkou je imobilizace dusíku. Avšak čerstvě syntetizované organické dusíkaté sloučeniny nebývají ještě stabilizovány (tab. II a III), teprve dalšími jejich transformacemi se stabilita zvětšuje, aniž by přitom byla nutná další imobilizace N (tab. III).

Údaje v tab. III jsou velmi instruktivní v mnoha směrech. Především opětovně potvrzují, že poměr C : N v půdní organické hmotě (v úrodných půdách) je blízký 10 a nezmění se ani při značných změnách půdní orga-

II. Stabilita organických látek indikovaná kvocientem respirací NG : B — The stability of organic substances indicated by the respiration quotient NG : B

Den pokusu	Varianty			
	A	B	C	D
1	64,7	1,4	65,4	1,1
2	68,5	1,2	72,2	1,5
3	68,2	1,3	70,4	3,6
4	70,3	1,4	71,2	7,4
5	69,2	1,6	71,5	18,6

III. Imobilizace dusíku; p. p. m. anorganického N zabudovaného do organických sloučenin — Immobilization of nitrogen; ppm inorganic N incorporated in organic compounds

Den pokusu	Varianty			
	A	B	C	D
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	— 3,8	37,1	— 4,3	98,6
2	— 7,2	39,1	— 8,4	163,4
3	— 9,3	40,6	—11,0	126,5
4	—10,8	40,1	—12,6	121,2
5	—12,4	40,9	—13,4	112,8

nické hmoty. Vyplývá to ze skutečnosti, že množství mineralizovaného dusíku (tab. III) ve variantách A a C (bez přídavku glukózy) je desetinou množství mineralizovaného uhlíku (tab. I). Údaje tab. I je pro jejich převod na uhlík třeba násobit koeficientem 0,27.

Po přídavku glukózy již v průběhu prvního dne inkubace vymizel nitrátový dusík a zhruba 40 % amonného dusíku. Tato část minerálního N byla zabudována do organických látek. Zbytek amonného N se pro syntézu nových organických dusíkatých látek téměř nevyužil. Tato skutečnost svědčí o tom, že tento dusík nebyl fyziologicky využitelný. Protože pokusy byly prováděny v hlinito-jílovité půdě s vysokou sorpční schopností (65 mval na 100 g), je tento jev pochopitelný.

Po přídavku glukózy a dusíku do zeminy (varianta D) byl rozsah imobilizace N mnohem větší než ve variantě B (přídavek glukózy bez dusíku) a dosáhl maxima po dvou dnech inkubace. Pak se imobilizovaný N opět mineralizoval. Tyto jevy potvrzují, že omezení imobilizace N ve variantě B bylo způsobeno nedostatečnou fyziologickou využitelností půdního N, způsobenou nepochybně jeho fyzikální absorpcí. Dále lze z těchto výsledků vyvodit, že imobilizace N je možná jen v souvislosti s přítomností a přeměnami bezdusíkatých nebo dusíkem chudých organických látek. Již dříve jsme odvodili (Novák, 1975), že k imobilizaci 1 molu NH_3 je třeba ca 65 kcal — volné energie — ΔF , kterou je třeba uvolnit rozkladem organických látek. Vzhledem k energetickým nárokům i dalších metabolických pochodů v biologických systémech nebylo zatím dosaženo větší produktivity ve využití volné energie pro biochemickou imobilizace N než necelých 8 %.

Těmito vztahy je regulována imobilizace v podmínkách hojnosti dostupného amonného dusíku a dostupného uhlíku. Tento stav trval ve variantě D první dva dny inkubace. V další fázi inkubace sice trval stav nadbytku amonných iontů, ale protože v první fázi byla mineralizována značná část substrátu, snížil se poměr C:N v organických látkách pod hodnotu 10. Při další, i když kvantitativně omezené, mineralizaci organických látek se již další neimobilizoval, i když se k tomu uvolňoval dosta-

tek energie, protože už nebyl dostatek vazebných míst, na které by mohl být v nově se tvořících humusových látkách vázán. Naopak došlo k remineralizaci již imobilizovaného dusíku. Rychlost této remineralizace N odpovídá rychlosti mineralizace C (tab. III a obr. 1); poměr mineralizovaného C k mineralizovanému N zůstává roven přibližně deseti.

Pro praktické využití těchto výsledků lze shrnout, že pro racionální hospodaření půdním dusíkem je třeba vhodně regulovat množství a přeměny organických látek v půdě. Pro imobilizaci N, která je nejdůležitějším prostředkem zamezení ztrát N z půdy, je třeba dodat do půdy (hnojením, kořenovými exudáty, sklizňovými zbytky) dostatek organických látek, a to jak pro získání energie pro endergonický pochod imobilizace, tak pro vytvoření základních uhlikatých řetězců, na nichž je možné vázat dusík ve formě aminových, iminových, amidických, ev. i imidických skupin. Pro opětovnou remineralizaci N je třeba počítat s rychlostí této remineralizace, která je úměrná rychlosti mineralizace organického uhlíku.

Literatura

- ALTEN, F. et al.: Beitrag zur Humusbestimmung. *Ergeb. Agrikultur — Chemie*, IV B, 1955, s. 61-69.
- LÖBL, F. — NOVÁK, B.: Beitrag zur Methodik der Nitrifikationsbestimmung. *Zbl. Bakt. II*, 118, 1964, č. 4, s. 368-373.
- NOVÁK, B.: Mikrobielle Humusbildung. 1. Mitt.: Arbeitshypothese für die Bildung des Humus durch die mikrobielle Tätigkeit aufgrund der Beziehung zwischen Bau-stoffwechsel und Energiewechsel der Mikroflora. *Zbl. Bakt. II*, 125, 1970, s. 566-577.
- NOVÁK, B.: Mikrobielle Humusbildung. 10. Mitt.: Energieverluste bei der Humifizierung. *Zbl. Bakt. II*, 126, 1970, s. 500-509.
- NOVÁK, B.: Energetics of the straw conditioned nitrogen immobilization. In: *Studies about Humus*, ČSAZ - ÚVTI, Praha 1975, s. 193-197.
- NOVÁK, B.: Effect of fertilizers (with special attention to high dosis of nitrogen) on the soil microflora. Symposium "The Interaction of Soil Microflora and Environmental Pollutions". Pulawy, Poland, September 1977.
- NOVÁK, B. — APFELTHALER, R.: Příspěvek k metodice stanovení respirace jako indikátoru mikrobiologických pochodů v půdě. *Rostl. Výroba*, 10, 1964, č. 2, s. 145-150.
- POKORNÁ-KOZOVÁ, J. et al.: Zur Methodik der Feststellung der Ammonifizierung in Bodenproben. *Zbl. Bakt. II*, 118, 1964, č. 4, s. 368-373.

Došlo dne 3. 5. 1977

НОВАК, Б. (Научно-исследовательские институты растениеводства, Прага - Пузнец): Отношение преобразования органической массы и азота в почве. *Rostl. Výroba*, 23, 1977 (9): : 899-904.

Преобразования органических веществ регулируют как минерализацию азота, так и его биохимическую иммобилизацию и обратную remineralization. Иммобилизация азота представляет собой эндергонический процесс, для чего берется энергия в параллельных процессах минерализации субстрата. Объем иммобилизации определен как возможностями освобождения свободной биохимически используемой энергии для этих эндергонических процессов, так и количеством органических веществ, с которыми можно связывать азот. В почвенной органической массе можно скопить только такое количество азота, которое не превышает приблизительно 10 % наличного органического углерода. При минерализации азота из почвенного гумуса и при минерализации азота из вновь образовавшихся органических азотистых веществ в почве отношение минерализуемого C к минерализуемому азоту приблизительно равно 10.

иммобилизация азота; минерализация C и N; биоэнергетика

NOVÁK, B. (Research Institutes for Crop Production, Praha - Ruzyně): *The Relations of the Transformations of Organic Matter and Nitrogen in the Soil*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 899-904.

The transformations of organic matter govern the mineralization of nitrogen as well as its biochemical immobilization and remineralization. The immobilization of nitrogen is an endergonic process taking the needed energy from parallel processes of the mineralization of the substrate. The extent of immobilization depends on the possibilities of the release of free and biochemically available energy for these endergonic processes and on the amount of organic substances to which nitrogen can be bound. The quantity of N that can be accumulated in soil organic matter is limited to an amount that does not exceed about 10 % of organic carbon present in the soil. In the mineralization of N from the soil humus and in the mineralization of N from the freshly formed organic nitrogen compounds in the soil, the ratio of mineralized C to mineralized N is approximately equal to ten.

immobilization of nitrogen; mineralization of C and N; bioenergetic relations

NOVÁK, B. (Forschungsinstitute der Pflanzenproduktion, Praha - Ruzyně): *Beziehungen zwischen den Umwandlungen der organischen Masse und des Stickstoffs im Boden*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 899-904.

Die Umwandlungen organischer Stoffe beherrschen sowohl die Stickstoffmineralisierung als auch seine biochemische Immobilisierung und Remineralisierung. Die N-Immobilisierung ist ein endergonischer Vorgang, für den die notwendige Energie in parallelen Vorgängen der Substratmineralisierung gewonnen wird. Der Bereich der Immobilisierung ist einerseits von Möglichkeiten der Freistellung der freien biochemisch ausnutzbaren Energie für diese endergonischen Vorgänge abhängig, andererseits von der Menge der organischen Stoffe, an die der Stickstoff gebunden werden kann. In der organischen Bodenmasse kann nur eine Menge an N akkumuliert werden, die rund 10 % des anwesenden organischen Kohlenstoffes nicht überschreitet. Bei der N-Mineralisierung aus dem Bodenhumus sowie bei der N-Mineralisierung aus den neu gebildeten organischen stickstoffhaltigen Stoffen im Boden ist das Verhältnis des mineralisierten C zum mineralisierten N beiläufig gleich 10.

Stickstoffimmobilisierung; C- und N-Mineralisierung; Bioenergetik

Adresa autora:

Doc. dr. ing. Bohumír Novák, DrSc., Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

VLIV ORGANICKÉHO A MINERÁLNÍHO HNOJENÍ NA ZASTOUPENÍ NĚKTERÝCH FRAKCI DUSÍKU V PŮDĚ

R. Apfethaler

APFELTHALER, R. (Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Vliv organického a minerálního hnojení na zastoupení některých frakcí dusíku v půdě*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 905-909.

V polním pokusu se střídáním jarní pšenice a organicky a minerálně hnojené cukrovky byl po osmi letech v půdě stanoven obsah N_t , hydrolyzovatelného N v 6 N HCl: $N-NH_4^+$, N-aminokyselin a hexózoaminů. Celkové množství dusíku bylo nejnížší ve variantě hnojení kejdou se slámou při zvýšeném podílu nehydrolyzovatelného N. Hnojení hnojem a slámou + Kj + NPK neovlivnilo výrazně N_t . Hnojení kompostem, kompostem + NPK a slámou + Kj + NPK zvýšilo výrazně zastoupení biologicky neaktivnější složky N-aminokyselin a hexózoaminů. Zvýšení podílu nehydrolyzovatelného N po přihnojení NPK bylo zjištěno ve variantách 0 a hnůj, zatímco u hnojení kompostem a slámou + Kj + přídatek NPK se zvýšilo zastoupení hydrolyzovatelných forem N.

organické hnojení; průmyslová hnojiva; frakcionace půdního N; stabilizace N

Podíl organických forem dusíku v našich půdách představuje 90 % celkového N_t a nelze předpokládat, že by se všechny složky vyznačovaly stejnými vlastnostmi ve vztahu k potřebám rostlin a mikrobiálních společenstev v půdě. Nepřímými metodami pomocí biochemických a mikrobiologických testů se lze přesvědčit o vlivu jednotlivých forem hnojení na využitelnost dusíku v půdě (Pokorná, Apfethaler, 1972; Pokorná, 1975) zvláště proto, že teprve mikrobiální přeměnou dusíkatých složek půdní organické hmoty vznikají lehce přístupné formy N. Je pozoruhodné, že skupiny látek, které tvoří dominující část organického N v půdě jako např. aminokyseliny, aminocukry, aminy, amidy, nukleové kyseliny aj., jsou daleko obtížněji rozložitelné půdní mikroflórou, jsou-li přímou součástí půdní organické hmoty než jsou-li přidány do půdy samostatně (Bremner, 1965). Mechanismus této stabilizace není zcela prostudován. Významná úloha v tomto procesu se přisuzuje ligninu, rostlinným fenolům, chinonům, povrchově aktivním sorbentům, sférickým zábranám i nedostatku energetických zdrojů pro rozvoj mikroflóry. Obděláváním půdy dochází k radikálnímu zásahu do úrovně mikrobiálních přeměn organických látek, tj. i k ovlivnění cyklů mineralizace a imobilizace dusíku. Podle údajů Keeney a Bremnera (1964) se významně zvýšila mineralizace frakce N-aminokyselin, což nepřekvapuje, současně však poklesl i obsah nehydrolyzovatelných forem N. Podobný efekt

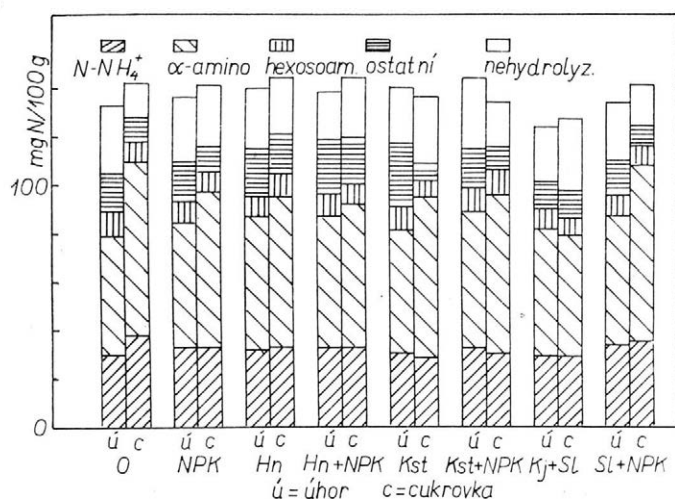
může vyvolat i dlouhodobé nevyvážené hnojení minerálními hnojivy (Apfelthaler, 1971), zatímco dostatek zdrojů C v organických, zejména již stabilizovaných hnojivech obohacuje půdu organickým dusíkem většinou úměrně ve všech sledovaných formách (Spitzl a Garz, 1974; Apfelthaler, 1971).

MATERIÁL A METODY

Půdní vzorky byly odebrány z parcel dlouhodobého výživářského pokusu s modelovým osevním postupem cukrovka – pšenice, modifikovaného v roce 1965 (Škarda, 1971) na neutrální hlinitopísčité hnědozemí v Ruzyni. Organická a minerální hnojiva (s výjimkou dohnojení dávkou 60 kg N na ha v době sloupkování pšenice) byla aplikována pouze k cukrovce, a to v dávkách: hnůj (Hn) a kompost (Kst) v množství odpovídajícím 30 t na ha čerstvé chlévské mrvy, sláma (Sl) 6 t na ha s vyrovnávací dávkou 60 kg N na ha, kejda skotu (Kj) 70 m³ na ha při 8% obsahu sušiny a minerální hnojiva v dávkách: 200 kg N, 80 kg P a 120 kg K na 1 ha. Byly sledovány varianty na honu s přímým působením organických hnojiv (pod cukrovkou): 1 – nehnojeno, 2 – NPK, 3 – Hn, 4 – Hn + NPK, 5 – Kst, 6 – Kst + NPK, 7 – Sl + Kj, 8 – Sl + Kj + NPK. Frakce dusíku v půdě byly stanoveny po 12hod. hydrolyze 10 g jemnozeme s 30 ml 6 N HCl pod zpětným chladičem. Po odsátí a neutralizaci byl v hydrolyzátu stanoven obsah celkového N ($N_{hydr.}$), amonného N (destilací s MgO), N-aminokyselin (uvolněním NH_4^+ reakcí s ninhydrinem při pH = 2,5 v citrátovém pufru), N-aminocukrů (ninhydrinovou reakcí ve fosfát-borátovém pufru při pH = 11,2) metodou podle Bremnera (1965). Rozdíl mezi $N_{hydr.}$ hydrolyzátu a sumou N jednotlivých frakcí přísluší tzv. neidentifikovaným formám.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Z výsledků uvedených na obr. 1 je zřejmé, že během 8 let, tj. po čtyřikrát opakovaném hnojení pokusu s dvouhonným osevním postupem, se obsah celkového N diferencoval jen velmi málo. Nejvyšší množství hy-



Hnojení: 0, NPK, hnůj, hnůj + NPK, kompost, kompost + NPK, kejda skotu + sláma, sláma + Kj + NPK – Fertilization: 0, NPK, dung, dung + NPK, compost, compost, + NPK, cattle slurry + straw, straw + slurry + NPK

1. Obsah a rozdělení půdního dusíku: N – amonný, N – alfa-aminokyselin, N – hexozoaminů, ostatní hydrolyzovatelný N, N – nehydrolyzovatelný – Content and distribution of soil nitrogen: ammonium N, α -amino acid N, hexosoamine N, non-identified hydrolyzable N, non-hydrolyzable N

drolyzovatelného N bylo nalezeno ve variantě nehnojené a hnojené slámou + Kj + NPK (134 resp. 131 mg % N). Na úhorových parcelách byly nalezeny hodnoty nižší než ve variantách s cukrovkou. Obsah $N-NH_4^+$, který se uvolnil hydrolýzou, byl poměrně velmi stálý u všech variant a kolísal v rozmezí od 26,6 do 29,9 % hydrolyzovatelného N. Na obr. 1 je patrné zvýšení obsahu $N-NH_4^+$ ve variantě hnojené pouze NPK. Na tvorbu této frakce se podílejí fulvokyseliny, amidy i amoniak částečně uvolněný z mřížek jílových minerálů a některé aminocukry. Z celkového obsahu N zůstává v půdě 10–24 % odolných vůči hydrolýze. Zastoupení těchto rezistentních forem N (chemicky i mikrobiálně) bylo nižší v půdách obdělávaných než na černém úhoru. Minerální hnojení přispělo ke zvýšení nehydrolyzovatelného N na parcelách organicky nehnojených (o 12 mg %) a hnojených hnojem (o 8,5 mg %), zatímco hnojení kompostem vedlo ke snížení o 9,1 mg %. Ve variantě se slámou (jako základním organickým hnojením) dohnojení kejdou zvýšilo podíl nehydrolyzovatelných forem na 18,9 %, kdežto po přihnojení NPK bylo dosaženo pouze 7 %. Podle tohoto kritéria (rel. % $N_{nehydrol.}$) se po hnojení kompostem a kejdou v kombinaci se slámou dosáhlo podmínek pro tvorbu nejstabilnějších struktur organicky vázaného N v půdě.

Převažující a též nejvýznamnější složkou půdního dusíku je frakce zahrnující nejdynamičtější součást půdy – mikrobiální biomasu, tj. dusík aminokyselin, získaný hydrolýzou plazmatických proteinů i proteinů a peptidů vázaných na celou řadu organických a minerálních sloučenin v půdě. Podíl dusíku stanovený jako $N-NH_4^+$ uvolněný z alfa-aminokyselin se pohyboval od 41,3 (Hn + NPK) do 52,4 % (Kst) hydrolyzovatelného N. Vysoké hodnoty byly charakteristické též pro variantu hnojenou slámou + NPK, a to jak v absolutní (62,8 mg %), tak relativní míře (49,6 %), což svědčí o převaze jednodušších nestabilizovaných intermediátů a nepřímo o vyšší úrovni biologické činnosti. Tuto frakci lze pokládat za aktivní pool organického N v půdě, z něhož je saturována mikroflóra zdroji N a v návaznosti z větší části nepřímo i rostliny. Za zmínku stojí vztah mezi vysokým podílem alfa-aminodusíku a podílem nehydrolyzovatelného N ve variantě s kompostem a slámou + NPK. V prvním případě je vyšší biologická pohotovost spojena i s vyšší stabilizací N vyvolanou jak přímým přívodem transformovaných látek během zrání kompostu, tak sekundárním vlivem vnesené specifické mikroflóry. V druhém případě (sláma + Kj + NPK) nebyl tento stabilizující účinek pozorován (vysoký podíl N_{ak} , nízký podíl $N_{nehydrol.}$). Podle vlivu hnojení na zastoupení N_{ak} v hydrolyzovatelném N lze varianty uspořádat v sestupném pořadí: 1. kompost, 2. sláma + Kj + NPK, 3. kompost + NPK, 4. NPK, 5. nehnojeno, 6. hnůj, 7. sláma + kejda, 8. hnůj + NPK. V dlouhodobých pokusech (60 let) vyvolalo hnojení hnojem výrazné zvýšení celkového N při zvýšení podílu N-aminokyselin a snížením podílu nehydrolyzovatelného N ve srovnání s hnojením minerálními hnojivy, které obsah N_t nezvýšilo (Spitzl, Garz, 1974). Titíž autoři však zjistili pozitivní vliv slámy na stabilizaci N z minerálních hnojiv převodem do nehydrolyzovatelné frakce. Při vysokých dávkách minerálních hnojiv v modelovém pokusu bez přítomnosti rostlin dochází v důsledku nedostatku C jako energetického zdroje pro metabolické procesy půdní mikroflóry k ochuzení periferních sloučenin humusových látek, což se projevilo v poklesu podílu alfa-aminodusíku

v hydrolyzáту půdy i izolovaných huminových kyselin (Apfelthaler, 1971).

Další složkou dusíku v půdním hydrolyzátu je dusík hexózoaminů. Jeho množství je poměrně nízké a stále a představuje 6–9 % N uvolnitelného hydrolyzou. Nejvyšší množství byla nalezena ve variantách kompost + NPK a sláma + Kj + NPK. Zbytek dusíku v hydrolyzátu v blíže neurčených formách dosáhl nejvyššího podílu ve variantách hnojených hnojem a hnojem + NPK (13,3 a 16,5 %) a nejnižšího podílu ve variantě kompost a sláma + Kj + NPK.

Získané výsledky indikují odlišnou úlohu jednotlivých forem organického a minerálního hnojení při mikrobiálních přeměnách dusíku a jeho začlenění do půdní organické hmoty. I když celkové množství N v půdě bylo ovlivněno jen nevýznamně, bylo možné postihnout změny v zastoupení jednotlivých frakcí N v kyselém hydrolyzátu půdy. Vzhledem k tomu, že hnojení každým druhým rokem během osmi let tohoto pokusu je poměrně krátkodobým zásahem, a vzhledem k tomu, že v rámci dynamické rovnováhy mohou jednotlivé formy zčásti přecházet jedna v druhou, lze tyto výsledky pokládat za dílčí příspěvek k problematice přeměny dusíku v půdě.

Literatura

- APFELTHALER, R.: Changes in the quality of humic acids and the distribution of nitrogen after 12 years fertilization and manuring of the fallow soil. In: Studies about Humus, ČSAZ – ÚVTI, Praha 1971, s. 87-89.
- BREMNER, J. M.: Organic forms of nitrogen. In Black, C. A.: Methods of soil analysis, II, Agronomy Nr. 9, Amer. Soc. Agron. Madison, 1965, s. 1238-1255.
- KEENEY, D. R. — BREMNER, J. M.: Effect of cultivation on the nitrogen distribution in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 28, 1964, s. 653-656.
- POKORNÁ, J. — APFELTHALER, R.: Vliv hnojení na přeměnu organických látek v půdě. [Záv. zpráva úkolu VI-4-5/6.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1972.
- POKORNÁ, J.: Vliv hnojení na přeměnu organických látek v půdě. [Záv. zpráva úkolu VI-4-5/6.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1975.
- SPITZL, M. — GARZ, J.: Quantitative Veränderungen von organisch gebundenem Stickstoff in Abhängigkeit von Düngung und Bodentiefe. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkd., 18, 1974, s. 691-698.
- ŠKARDA, M.: Vliv hnojení slámou na produktivnost půdy. Rostl. Výroba, 17, 1971, s. 917-927.

Došlo dne 3. 5. 1977

АПФЕЛТАЛЕР, Р. (Институт питания растений, Научно-исследовательские институты растениеводства, Прага - Рузыне): Влияние органического и минерального удобрения на замещение некоторых фракций азота в почве. Rostl. Výroba, 23, 1977 (3): 905-909.

В полевом опыте с чередованием яровой пшеницы с органически и минерально удобряемой сахарной свеклой в течение 8 лет в почве определялось содержание N_t , гидролизуемого N в 6 N HCl: $N-NH_4^+$, N-аминокислот и гексозоаминов. Общее количество азота было самым низким в варианте, удобренном кейдой с соломой при повышенной доле негидролизуемого N. Удобрение навозом и соломой + кейда + NPK явно не обусловило N_t . Удобрение компостом, компостом + NPK и соломой + кейда + NPK явно увеличило замещение биологически наиболее активного компонента N-аминокислот и гексозоаминов. Повышение доли негидролизуемого N после подкормки NPK было установлено в вариантах 0 и навоз, в то время как при удобрении компостом и соломой + кейда + добавление NPK увеличило замещение гидролизуемых форм N.

органическое удобрение; минеральное удобрение; фракционирование почвенного азота; стабилизация азота

APFELTHALER, R. (Research Institutes for Crop Production, Praha - Ruzyně): *Effect of Manuring and Mineral Fertilization on the Distribution of Some Nitrogen Fractions in the Soil*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 905-909.

In a field experiment, after eight years' use of the alternation of spring wheat and manured and fertilized sugar-beet, the author determined the content of N_t , hydrolyzable N in 6 N HCl: $N-NH_4^+$, N-amino acids, and hexosoamines in the soil. The lowest total amount of nitrogen was ascertained in the slurry- and straw-manured variant, with an increased proportion of non-hydrolyzable N. Dung and straw manuring plus the application of slurry and NPK did not exert any greater influence upon N_t values. The application of compost, compost + NPK, and straw + slurry + + NPK considerably increased the proportions of the biologically most active component of N-amino acids and hexosoamines. An increase of the share of non-hydrolyzable N after NPK dressing was observed in variants 0 and dung, whereas in the variants manured with compost and straw + slurry + NPK increased the proportion of hydrolyzable forms of N.

manuring; commercial fertilizers; fractionation of soil N; stabilization of N

APFELTHALER, R. (Institut für Pflanzenernährung, Forschungsinstitute der Pflanzenernährung, Praha - Ruzyně): *Einfluß organischer und mineralischer Düngung auf die Vertretung einiger Stickstofffraktionen im Boden*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 905-909.

Im Feldversuch mit abwechselnd mit organisch und mineralisch gedüngter Zuckerrübe angebautem Sommerweizen wurden im Boden nach acht Jahren der Gehalt an N_t , ferner der Gehalt an hydrolysierbarem N in 6 N HCl: $N-NH_4^+$, an N-Aminosäuren und Hexosoaminen bestimmt. Die Gesamtstickstoffmenge war bei der Variante der Düngung mit Gülle und Stroh die niedrigste, u. zw. bei erhöhtem Anteil des nicht hydrolysierbaren N. Die Düngung mit Stalldung, Stroh und Gülle + NPK übte keinen markanten Einfluß auf N_t aus. Die Düngung mit Kompost, Kompost + + NPK und Stroh + Gülle + NPK erhöhte ausgeprägt die meistaktiven N-Bestandteile sowie die der Aminosäuren und Hexosoamine. Die Erhöhung des Anteiles des nicht hydrolysierbaren N nach NPK-Zusatzdüngung wurde bei den Varianten 0 und Stallmist festgestellt, während bei der Düngung mit Kompost und Stroh + Gülle + + der NPK-Zusatz die Vertretung der hydrolysierbaren N-Formen erhöhte.

organische Düngung; Handelsdünger; Fraktionierung des Bodenstickstoffs; N-Stabilisierung

Adresa autora:

Ing. Roman Apfelthaler, CSc., Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Výběr z nových přírůstků
Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ
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.

POWERS, W. L. — WALLINGFORD, G. W. C 23.739/75/10

Research status on effects of land application of animal wastes.

Corvallis (Oregon), Nat. environmental res. center 1975. 96 s. obr. tab. EPA-660/2-75-010. (Výkaly hospodářských zvířat — hnojení — použití — výzkum / Výkaly hospodářských zvířat — hnojení — výnosy hospodářských rostlin — vztahy — výzkum — USA)

KIMBALL, N. D. — LENSCHOW, L. V. — RIECK, R. E. D 64.950/2199
Economic evaluation of liquid manure disposal systems for dairy cattle.

Madison, Wisconsin — Univ. — United states depart. of agric. 1970. 24 s. obr. tab. H. 2199. (Skot — výkaly — použití — ekonomické otázky / Močůvka — ošetřování — ekonomické otázky)

C 2.492/814

Guidelines for manure use and disposal in the western region, USA.

Pullman (Washington), Coll. of agric. research center 1975. 17 s. obr. 9 tab. Bulletin 814. (Chlévská mrva — výroba a zpracování — USA — západ)

MAĆKOWIAK, C.

E 37.973

Gnojowica — jej właściwości i zastosowanie.

Warszawa, Centr. biblioteka rolnicza 1973. 102 s. 5 obr. 22 tab. (Chlévská mrva — tekutá — vlastnosti — studijní zpráva / Chlévská mrva tekutá — ošetřování / Chlévská mrva — hnojení — studijní zpráva — Polsko)

C 14.493/6

Bericht über die 6. Arbeitstagung „Fragen der Güllerei“ gehalten vom 5. bis 7. Juni 1974 in Gumpenstein.

Gumpenstein, Bundesversuchsanstalt f. alpenländ. Landwirtschaft 1974. 420 s. obr. tab. (Kejda — konference mezinárodní — Rakousko — Gumpenstein — 6. /1974/ — sborník)

C 8.421/401-402

Compte rendu abrege de la session de perfectionnement, du 9 au 12 decembre 1974, sur le lisier.

Antony, Min. de l'agric. 1975. 111 s. tab. gr. Études du CNEEMA 401-402. (Kejda — ošetřování — konference — 1974 — Paříž — sborník / Kejda — skladování)

C 17.013/1976/5

Ispol'zovanie židkogo navoza v rastenijevodstve.

Berlin, Akademija sel'skochoz. nauk GDR 1976. 123 s. Obzor literatury 1976/5. (Kejda — využití — studijní zpráva / Kejda — hnojení / Kejda — chemické složení — studijní zpráva — NDR)

KORISTH, H.

D 64.726

Güllewirtschaft — Gülledüngung.

Berlin, Deutscher Landwirtschaftsverlag 1975. 272 s. tab. (Kejda — ošetřování — příručka / Kejda — hnojení / Kejdové hospodářství — příručka)

BÖNING, H. — MAUER, S.

E 38.142/92

Erfahrungen bei der mobilen gülledüngung durch CAZ.

Markkleeberg, Landwirtschaftsausstellung der DDR 1976. 48 s. tab. (Agrochemická služba — NDR — hnojení — organizace / Kejda — hnojení — ekonomické otázky)

VLIV ORGANICKÉHO A MINERÁLNÍHO HNOJENÍ NA MIKROBIÁLNÍ A BIOCHEMICKÉ PŘEMĚNY V PŮDĚ

J. Pokorná-Kozová et al.

POKORNÁ-KOZOVÁ, J. ET AL. (Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Vliv organického a minerálního hnojení na mikrobiální a biochemické přeměny v půdě*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 911-924.

Vliv hnojení na přeměnu organických látek v půdě byl soustavně sledován ve dvouhonném osevním postupu s cukrovkou a jarní pšenicí a na černých úhorech. Modelový osevní postup byl systematicky hnojen samotnými statkovými hnojivy (hnůj, kompost, kejda, sláma), současně s přihnojením NPK minerálními hnojivy a pouze minerálními hnojivy. Pro posouzení změn v půdě vyvolaných půdní mikroflórou byly použity biochemické testy. Rychlost přeměn organických látek s lehce dostupným uhlíkem byla stanovena respirometrickým testem a s nesnadno přístupným uhlíkem byla stanovena celulytickým testem. Syntetická schopnost půdní mikroflóry byla hodnocena množstvím imobilizovaného dusíku. Stabilita organických látek byla posuzována podle hodnoty kvocientu respirometrického testu $NG : B$. Fyziologická využitelnost půdního dusíku a její změny byly indikovány respirometrickým testem ($N : B$ a $NG : G$) a celulytickým testem ($C_N : C_B$). V porovnání s nehnojenou variantou i variantou hnojenou pouze minerálními hnojivy zvyšují všechny formy organických hnojiv respirační aktivitu půd, zejména v přítomnosti lehce využitelných organických látek kejdý skotu. Při rozkladu celulózy komplexní půdní mikroflórou se projevuje výrazný vliv minerálního přihnojení při současném organickém hnojení, které zvyšuje intenzitu rozkladu celulózy. Aplikace kejdý skotu má silnější vliv na zvětšení celulytické aktivity půd než minerální hnojení. Statková hnojiva preferují skupiny mikrobů přizpůsobených na rozklad celulózy, zejména myxobaktérií. Minerální hnojiva inhibují zvláště azotobaktera, aktinomycety a myxobaktérie. Syntetická schopnost půdní mikroflóry nehnojených parcel je menší než u všech parcel organicky hnojených. Sláma způsobuje výraznou imobilizaci dusíku. Plné minerální hnojení zmenšuje schopnost půdní mikroflóry syntetizovat nové dusíkaté látky. Stabilita organických látek úhorových parcel je větší než parcel osévaných. Nejmenší stabilita organických látek se projevuje v půdách hnojených slámou a kejdou skotu. Fyziologická využitelnost dusíku stoupá vlivem hnojení, zejména vlivem minerálního hnojení. Dusík kejdý skotu je fyziologicky využitelnější než dusík minerálních hnojiv. Využitelnost dusíku klesá vlivem pěstování plodin. Sláma způsobuje pokles aktuální i potenciální využitelnosti dusíku, zejména na osévaných parcelách.

dynamika mikrobiálních pochodů; fyziologická využitelnost půdního N; syntetická schopnost půdní mikroflóry; stabilita organických látek; mikroorganismy

Zemědělská půda je stále intenzivněji využívána. Současně je však nezbytné soustavně pečovat o neustálý růst její potenciální úrodnosti a produkční schopnosti. Tohoto cíle je možné dosáhnout přiměřenou regulací mikrobiálních pochodů v půdě, které jsou základem půdní dyna-

miky. Účastní se jich jak mikroflóra, tak mikrofauna (Calleja, 1968; Tepper, 1969; Kuk, 1970; Bezvykonnyj, 1971; Emiliani, Priano, 1971; Gray, Williams, 1971; Kleinhempel, 1971; Rankov, Dimitrov, 1971; Mišustin, 1972; Müller et al., 1972; Saive et al., 1972; Zimová, 1972; Aristovskaja, 1974; Salfeld, Söchtig, 1974; Beck, 1975 aj.). Tyto mikrobiální pochody je třeba podrobně sledovat a určit jejich konkrétní kvalitativní význam pro půdní úrodnost.

Mezi pochody, které mají rozhodující úlohu pro půdní úrodnost, přísluší ústřední význam přeměně organické hmoty v půdě (Frei, 1971; Gaur et al., 1971; Pannikov, 1972; Peavy, Grieg, 1972; Tsuru, 1972; Krämer, 1973; Kürten, 1973; Flaig, 1974; Müller, Förster, 1974; Lemaire, 1975; Söchtig, Salfeld, 1976 aj.).

Nejúčinněji je možné regulovat organické látky v půdě hnojením. Přes velké množství experimentálních dat však zatím nelze zcela jednoznačně odpovědět, jak se jednotlivá hnojařská opatření projevují v konkrétních podmínkách (Debruck, Range, 1969; Kuk, 1970; Smith, Douglas, 1971; Tietjen, 1973; Spitzl, Garz, 1974; Čulakov, Višněvskaja, 1975; Hargitai et al., 1975; Niklewski et al., 1975; Pryčková, 1975 aj.). Není doposud v dostatečné míře objasněn účinek dlouhodobého působení hnojiv na biologickou složku půdy. Metoda dlouhodobých pokusů je vhodným prostředkem k poznání půdních změn, které se při krátkodobých pokusech nemusí vždy zřetelně projevit (Sieberth, Kick, 1970; Kudzin et al., 1971; Rauhe, Knappe, 1971; Boguslawski, Debruck, 1973; Kick, 1973; Nagar, 1974; Prokošev et al., 1975 aj.).

Předmětem této práce bylo zjistit možnosti indikace žádoucích směrů přeměny organických látek v půdě při používání jak klasických, tak perspektivních hnojiv na základě projevů činnosti mikroorganismů.

MATERIÁL A METODY

Každý z obou honů (A, B) dvouhonného osevního postupu dlouhodobého hnojařského pokusu založeného v roce 1955 (Novák et al., 1963; Škarda, 1964) a modifikovaného v roce 1965 (Škarda, 1971) je trvale rozdělen na parcely různě organicky a minerálně hnojené. Hnojiva organická i minerální jsou aplikována pouze k cukrovce. Jarní pšenice není přímo hnojena. Je to proto, že doba od sklizně cukrovky do zasetí pšenice neumožňuje zapravení jakýchkoliv hnojiv způsobem, který by byl v souladu s výsledky moderního agrotechnického výzkumu. Proto jsou dávky hnojiv k cukrovce voleny tak, aby při minerálním přihnojení bylo zajištěno dostatečné reziduální působení i v druhém roce po hnojení. Pouze v době sloupkování pšenice se přihnojuje dusíkem v dávce 60 kg ha⁻¹.

Statková hnojiva (hnůj, kompost), jsou aplikována v dávce odpovídající 30 t čerstvé chlévské mrvy na ha. Sláma v dávce 6 t ha⁻¹ (doplněna 60 kg N na ha). Kejda skotu v dávce 70 m³ na ha s 8 % sušiny. Minerální NPK hnojiva v dávce 200 kg N, 80 kg P a 120 kg K na 1 ha.

Všechny parcely jsou rozděleny na dva díly, jeden z nich je ponechán jako černý úhor při zachování systému hnojení jako na sousedním normálně obdělávaném, osévaném a sklizeném dílu. Sledované pokusy se týkají těchto hnojařských variant:

1. nehnojeno (0)
2. hnojeno minerálními NPK hnojivy (NPK)
3. hnojeno hnojem (Hn)
4. hnojeno hnojem a NPK (Hn + NPK)

5. hnojeno kompostem (Kst)
6. hnojeno kompostem a NPK (Kst + NPK)
7. hnojeno slámou a hovězí kejdou (Sl + Kjs)
8. hnojeno slámou a NPK (Sl + NPK)

Po pěti letech od počátku založení modifikovaného pokusu bylo možno pozorovat, že dynamika půdních procesů, která vlivem nových hnojařských zásahů postupně přecházela na jinou úroveň, se stabilizovala. Toto období považujeme za přechodné. Výsledky našich pozorování jsou čtyřleté a týkají se obou pokusných honů. Vzorky byly odebírány z každého honu třikrát ve všech vegetačních obdobích a uvedené hodnoty jsou jejich konečným průměrem.

Půdní vzorky byly odebírány z ornice (hloubky 2–25 cm), byly homogenizovány, prosátý 2mm sítím nebo strouhány. Čerstvé vzorky nejpozději do 2 hodin po jejich odebrání na poli byly brány ke všem mikrobiologickým analýzám a biochemickým testům. Byly inkubovány při přirozené vlhkosti.

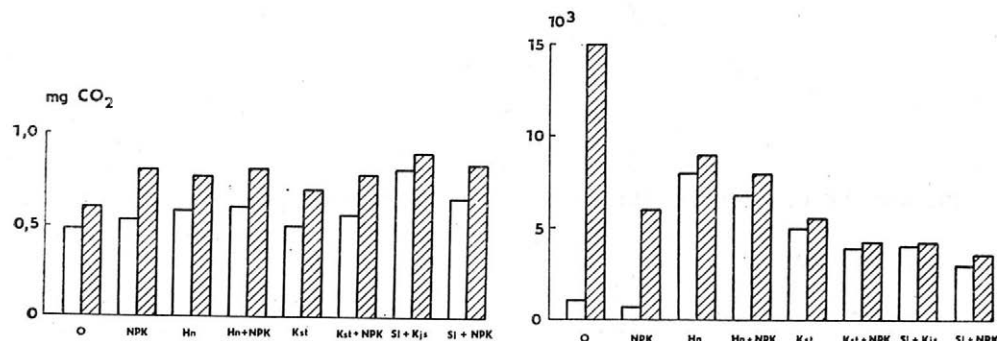
Postup mikrobiologických analýz je podrobně popsán v práci Kozové, Novákové (1956). Postup provedení biochemických testů je popsán v pracích: Nováka, Apfenthalera (1964), Nováka (1972, 1973a) – respirometrický test; v práci Pokorné-Kozové (1965), Nováka (1972, 1973b) – celulólytický test; v práci Pokorné-Kozové et al. (1964), Nováka (1972, 1973b) – amonizační test a nitrifikační test v práci Nováka (1972, 1973b), Löbela, Nováka (1964). Užívané symboly:

- $B_{(20)}$ – bazální respirace (vzorek neobohacen)
- $C_{B(14)}$ – intenzita rozkladu celulózy v neobohaceném vzorku
- $C_{N(14)}$ – intenzita rozkladu celulózy ve vzorku obohaceném N
- $NG_{(48)}$ – posouzení syntetické schopnosti půdní mikroflóry
- $NG : B$ – kvocient k stanovení stability půdní organické hmoty
- $N : B$ – respirometrický kvocient k ocenění využitelnosti půdního dusíku
- $NG : G$ – respirometrický kvocient indikující potenciální možnost využitelnosti půdního dusíku
- $C_N : C_B$ – celulólytický kvocient k ocenění využitelnosti půdního dusíku

Čísla v závorkách u symbolů označují dobu inkubace: 20, 48 (v hodinách), 14 (ve dnech) při standardní inkubační teplotě 28 °C.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Základní dynamika mikrobiálních pochodů v pokusných parcelách byla měřena bazální respirací. Hodnoty bazální respirace sledovaných variant jsou uvedeny na obr. 1. Z obrázku je patrné, že respirace půdních vzorků černých úhorů jsou menší než respirace půdních vzorků z porostlé.



1. Bazální respirace $B_{(20)}$ – Basal respiration $B_{(20)}$

2. Množství azotobaktera – The amount of azotobacter

□ černý úhor – bare fallow

▨ cukrovka – sugar-beet

půdy. Rozdíly v porostlých půdách jsou poměrně malé. Jsou způsobeny organickými látkami rostlinného původu, které se při růstu rostlin i po jejich sklizni dostávají do půdy. Proto jsou tyto rozdíly větší na organicky nehnojených parcelách než na parcelách hnojených, zvláště v prvním roce působení.

V prvním roce působení hnojení bylo dosaženo nejmenšího zvýšení bazální respirace vlivem plodiny (cukrovky) na parcelách hnojených slámou + kejdou, největšího při samotném hnojení minerálními hnojivy. Minerálními NPK hnojivy hnojené parcely nejvíce zvětšují bazální respiraci pod plodinou ve srovnání s úhorovými. To je nepochybně způsobeno skutečností, že minerální hnojiva neposkytují úhorové půdě žádné organické látky. Při pěstování plodiny však umožňují dobrý výnos (Škarda, 1974), a tedy i bohatý zdroj organických látek rostlinného původu, které přicházejí do půdy.

Na nehnojené parcele organicky i minerálně je vývoj plodiny slabší než na parcele hnojené minerálními hnojivy, a proto je zde množství látek, které rostliny zanechávají v půdě, rovněž menší. To způsobuje menší rozdíl v bazální respiraci mezi úhorovou a osévanou parcelou.

Vůbec nejmenšího přírůstku bazální respirace vlivem plodiny bylo dosaženo ve variantě hnojené slámou a kejdou v prvním roce působení. To je nepochybně způsobeno tím, že kejda je zdrojem dobře využitelných organických látek, které výrazně zvětšují respiraci. Varianta hnojená slámou + kejdou dosáhla na černém úhoru největšího zvětšení bazální respirace proti kontrole. V půdě pod cukrovkou bylo toto zvýšení ještě větší než v úhorové půdě.

V roce následného působení hnojení vliv plodiny (jarní pšenice) podstatně kompenzuje rozdíly zjištěné v prvním roce po přímé aplikaci organických a minerálních hnojiv.

Minerální hnojení způsobuje na černém úhoru pokles počtu mikrobů, zejména azotobaktera (obr. 2). Tento jev jsme pozorovali již dříve. NPK varianta měla v průměru jen 61,9% množství azotobaktera varianty kontrolní, varianta hnojená hnojem + NPK měla 84,7% množství azotobaktera, varianty hnojené hnojem, varianta hnojená kompostem + NPK měla 78,6% množství azotobaktera varianty hnojené kompostem, varianta hnojená slámou + NPK měla 72,8% množství azotobaktera varianty hnojené slámou + kejdou.

U osévaných parcel je tento vztah odlišný. Na honu s cukrovkou se zvýšil počet azotobaktera vlivem samotného NPK hnojení i v kombinaci s hnojem, kompostem i slámou. V následném roce působení vztah mezi samotným minerálním hnojením, přihnojením a organickým hnojením se tak výrazně neliší.

Vlivem organického i minerálního hnojení se mění složení i ostatních skupin mikroorganismů. Dochází k přeskupení ve složení půdní mikroflóry. Vzájemným srovnáním relativních hodnot bakterií, aktinomycet a mikromycet uvedených v tab. I se projevila rozdílnost účinku organického hnojení s minerálním přihnojením a minerálního hnojení. Došlo k výrazným změnám půdních společenstev bakterií, aktinomycet a mikromycet. Na černém úhoru se projevuje nepříznivý vliv minerálního hnojení na půdní mikroflóru. Samotné minerální hnojení inhibuje bakterie a ak-

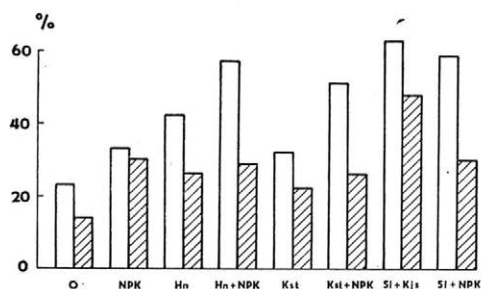
I. Relativní hodnoty počtu bakterií, aktinomycet a mikromycet — Relative values of the numbers of bacteria, actinomycetes, and micromycetes

	Varianty hnojení							
	O	NPK	Hn	Hn + NPK	Kst	Kst + NPK	Sl + Kjs	Sl + NPK
	úhorové parcely							
Baktérie: aktinomycety	95	1010	421	390	131	253	633	882
Baktérie: mikromycety	1406	2118	1286	1363	1440	1573	1416	1596
Aktinomycety: mikromycety	30	19	26	22	32	28	24	20
	parcely s cukrovkou							
	O	NPK	Hn	Hn + NPK	Kst	Kst + NPK	Sl + Kjs	Sl + NPK
	úhorové parcely							
Baktérie: aktinomycety	1150	1253	2609	2228	2092	2950	2765	2967
Baktérie: mikromycety	3406	3871	3507	3700	3601	3518	2995	2901
Aktinomycety: mikromycety	44	28	36	37	43	40	29	27

tinomycety. Tento nepříznivý vliv je kompenzován cukrovkou a ještě výrazněji pšeníc.

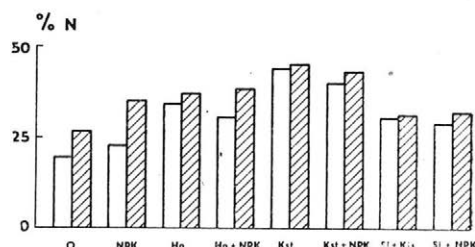
Do půdy organicky hnojených parcel se dostávají nejen snadno rozložitelné uhlíkaté látky, ale i nesnadno rozložitelné. Přeměny těchto látek jsme charakterizovali intenzitou rozkladu celulózy v půdních vzorcích.

Intenzita rozkladu celulózy v půdních vzorcích černého úhoru rozdílně organicky hnojených je uvedena na obr. 3. Nejvyšší rozklad byl



3. Rozklad celulózy $CB(14)$ komplexní půdní mikroflórou — Decomposition of cellulose $CB(14)$ by complex soil microflora

□ černý úhor — bare fallow
 // // // // cukrovka — sugar-beet



4. Syntetická schopnost půdní mikroflóry $NG(48)$ — The synthetizing ability of soil microflora $NG(48)$

zjištěn ve variantě hnojené slámou a současně kejdou skotu. Porovnáním hodnot z parcely vůbec nehnojené s parcelou hnojenou slámou a kejdou skotu zvýšilo se množství rozložené celulózy o 40,1 % s parcelou hnojenou hnojem o 20,3 % a s parcelou hnojenou kompostem o 30,5 %. Minerální přihnojení organicky hnojených parcel zvýšilo množství rozložené celulózy ve všech případech, avšak rozdílně. Minerální přihnojení parcel hnojených hnojem zvýšilo rozklad celulózy o 15,2 % a parcel hnojených kompostem o 19,3 %. V půdních vzorcích parcely hnojené slámou a průmyslovými hnojivy se projevilo nepatrné snížení rozkladu celulózy oproti variantě hnojené slámou a kejdou skotu. Nejvyšší rozklad celulózy byl zjištěn u varianty hnojené slámou a kejdou, tedy u varianty s nejvyšším obsahem celulózy a s dostupným zdrojem dusíku. Nejnižší rozklad celulózy se projevil u varianty hnojené kompostem, kde podíl celulózy ze sledovaných statkových hnojiv je nejmenší a největší část dusíku je imobilizována (S z e g i, 1974).

Reakce celulolytické mikroflóry je rozdílná, posuzujeme-li ji z hlediska vlivu primárního, tj. samotných statkových hnojiv na černém úhoru a vlivu sekundárního, tj. komplexního působení hnojení a plodiny. Intenzita rozkladu celulózy na parcelách s cukrovkou je u všech sledovaných variant nižší než celulolytická aktivita půdních vzorků černého úhoru. Na parcelách hnojených hnojem o 15,7 %, kompostem o 9,8 % a slámou a kejdou o 14,2 %. Snížení celulolytické aktivity se projevilo i u variant současně minerálně přihnojovaných. Zjištěné rozdíly těchto hodnot jsou větší u půdních vzorků z parcel osetých pšenicí.

Statková hnojiva jako převážně celulózový substrát preferují skupiny mikrobů přizpůsobených na rozklad celulózy, zejména celulolytických myxobaktérií, což se v celulolytickém testu projevilo (tab. II).

II. Relativní hodnoty aktivity celulolytické mikroflóry — Relative values of the activity of cellulolytic microflora

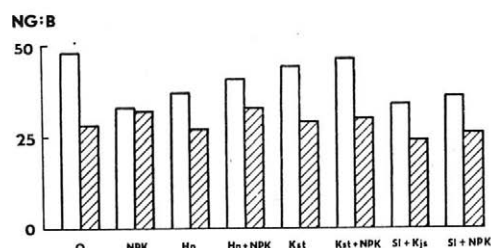
	Varianty hnojení							
	O	NPK	Hn	Hn + NPK	Kst	Kst + NPK	Sl + KjS	Sl + NPK
	úhorové parcely							
Myxobaktérie: mikromycety	1,04	1,02	5,02	4,90	5,16	5,00	5,86	1,12
	parcely s cukrovkou							
Myxobaktérie: mikromycety	2,25	1,97	5,82	5,90	5,94	5,82	6,04	2,03

Na základě předchozího zjištění respirometrickým a celulolytickým testem se zvětšila mineralizační aktivita mikroflóry minerálním hnojením a přihnojením. Toto hnojení neovlivnilo příznivě syntetickou činnost mikroflóry.

Výsledky syntetické schopnosti půdní mikroflóry jsou uvedeny na obr. 4. Hodnoty zde zobrazené ukazují, že mezi půdními vzorky jednot-

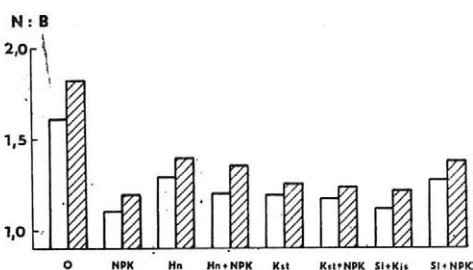
livých úhorových parcel v prvním roce působení hnojení jsou výrazné rozdíly. Množství amonného dusíku inkorporovaného do organických sloučenin je u nehnojené parcely 19,5 %, u parcely hnojené hnojem 34,2 %, u parcely hnojené kompostem 44,0 % a u parcely hnojené slámou + kejdou skotu 30,7 %. Potenciální syntetická schopnost mikroflóry nehnojené parcely je menší než u všech parcel organicky hnojených. Plné minerální hnojení zmenšuje schopnost půdní mikroflóry syntetizovat nové dusíkaté látky. Tento celkově negativní efekt minerálních hnojiv se neprojevuje na parcelách s cukrovkou, jak je patrné z obr. 4 a ani na parcelách s pšenicí.

Posouzení stability půdní organické hmoty ukázalo, že rozdílně hnojené půdy mají odlišnou stabilitu. Výsledky na obr. 5 ukazují, že stabilita organických látek úhorových parcel je větší než parcel osetých cukrovkou. Potvrdilo se, že i poměrně malé množství lehce využitelných organických látek (Novák, 1973a) snižuje indikovanou stabilitu organických látek, takže tato hodnota neodpovídá průměrné stabilitě organických látek hnojených půd, ale stabilitě jejich labilnějšího podílu. Tento jev je výrazný, zejména je-li půda porostlá rostlinami. Proto při hodnocení vlastní stability organické hmoty pod porostem jsme vycházeli z hodnot vzorků odebíraných před začátkem vegetace. Pozorovali jsme, že tato stabilita při vzájemném porovnání vzorků půd pod cukrovkou a pšenicí je snížena v následném roce působení hnojení.



5. Stabilita organických látek — The stability of organics

□ černý úhor — bare fallow
 // // // // cukrovka — sugar-beet



6. Fyziologická využitelnost dusíku — Physiological availability of nitrogen

Kromě celkových přeměn organických látek v půdě jsou při hnojení výrazné i přeměny dusíku. Fyziologická využitelnost dusíku jednotlivých variant je pro ně charakteristická.

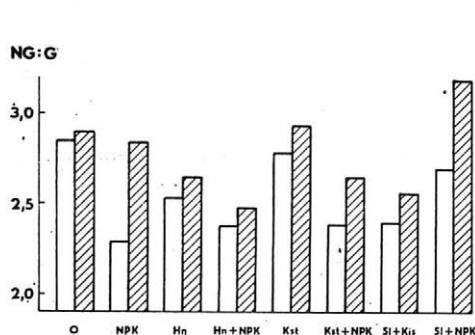
Fyziologickou využitelnost dusíku jednotlivých variant znázorňuje obr. 6. Ve všech případech je největší nedostatek přijatelného dusíku zjištěn v kontrolní variantě. Tento nedostatek největší měrou odstraňuje minerální NPK hnojení, při čemž varianta hnojená slámou + kejdou jen nepatrně zaostává na NPK variantou. V jednotlivých sledováních je dokonce o málo předčila. Hnojení slámou zřetelně oslabuje účinek NPK na úhorových i osévaných parcelách.

V průběhu času dochází k poklesu indikované fyziologické využitelnosti dusíku jak na nehnojené parcele na černém úhoru, tak na osévané ploše. Pokles využitelnosti dusíku na hnojených parcelách je však ve všech

případech větší. Organické hnojení zlepšuje zachování účinného dusíku v půdě. V případě samotného minerálního hnojení se účinnost zmenšuje patrně přímými ztrátami N z ornice (Calleja, 1969, 1971). Imobilizací N, která je umožněna organickou hmotou, jsou tyto ztráty účinně limitovány (Novák et al., 1963).

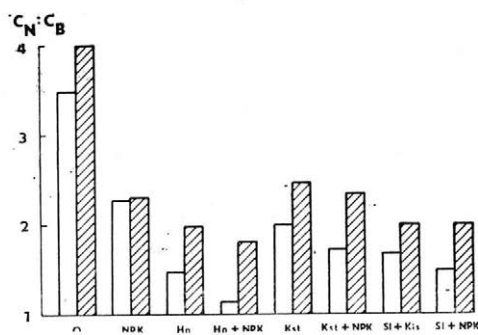
Na osévaných parcelách se účinnost dusíku zmenšuje mnohem více než na parcelách úhorových. Parcely hnojené samotnými NPK hnojiv a slámou + kejdou ztratily více než 30 % své původní indikované využitelnosti dusíku. Přesto však tato využitelnost dusíku, úměrná kvocientu N:B, zde zůstává vyšší než parcely hnojené slámou + NPK, které ztratily jen 18 % využitelnosti dusíku a mnohem větší než kontrolní parcely, které ztratily jen 6 % využitelnosti dusíku. Sláma tedy působí jako výrazný stabilizační faktor účinnosti dusíku v půdě (Novák et al., 1974a, b). Kejda naproti tomu je dobrým a pohotovým zdrojem dusíku a její účinek na dynamiku dusíku v půdě je dokonce výraznější než je účinek minerálních N hnojiv v porovnání variant sláma + kejda a sláma + NPK.

Na obr. 7 jsou shrnuty reakce jednotlivých parcel na přidavek dusíku v podmínkách zvětšeného množství lehce využitelného substrátu kvocientu NG:G. Na černém úhoru reaguje nejméně na dodatečný přívod dusíku půda hnojená NPK. To indikuje dobrou zásobenost původního půdního vzorku dusíkem. Na honu s cukrovkou se tento vliv NPK hnojení neprojevil, ale objevil se opět v druhém roce působení hnojiv na úhoru i pod pšenicí. Velmi dobře je dusíkem zásobena půda hnojená slámou + kejdou.



7. Potenciální využitelnost půdního dusíku — Potential availability of soil nitrogen

□ černý úhor — bare fallow
 /// cukrovka — sugar-beet



8. Potenciální využitelnost dusíku — Potential availability of nitrogen

Zatímco dobrá potenciální zásobenost dusíkem se v NPK hnojené půdě udržuje v druhém roce působení, je účinek kejdy v následném působení hnojiv mnohem slabší, a to jak na úhoru, tak pod pšenicí. To je nepochybně způsobeno slámou, která umožňuje rozsáhlou imobilizaci dusíku

půdní mikroflórou. To vyplývá i ze skutečnosti, že varianta sláma + NPK, ve srovnání s kontrolou nejméně zvýšila a v polovině případů i snížila potenciální fyziologickou využitelnost dusíku půdy.

Při obohacení půdy pomalu působícím bezdusíkatým substrátem jsou rozdíly v testu využitelnosti půdního dusíku různě hnojených parcel ještě výraznější. Výsledky celulolytického testu jsou shrnuty na obr. 8. Na ne-hnojených parcelách se tímto testem indikoval velmi výrazný nedostatek využitelného dusíku. Proto všechny formy hnojení velmi účinně zlepšovaly tento nepříznivý stav. Na rozdíl od respirometrických testů (N:B a NG:G) zůstala při tomto testu pouze minerálně hnojená varianta daleko za organicky hnojenými variantami. V tomto testu se obě varianty se slámou projevily v podstatě stejně. Skutečnost, že varianty hnojené slámou a přihnojené buď NPK nebo kejdou mají lepší potenciální zásobu přijatelného dusíku (indikovanou celulolytickým testem) než varianta hnojená pouze NPK hnojivem, lze vysvětlit buď větší metabolickou aktivitou mikroflóry ve variantách hnojených slámou, nebo větším počtem mikrobů v těchto variantách, nebo větší asimilační a syntetickou schopností mikroflóry organicky hnojených parcel. Kromě toho můžeme předpokládat, že sláma jako převážně celulózový substrát již předem umožní preferenci skupin mikrobů adaptovaných na rozklad celulózy, což se v celulolytickém testu příznivě projevuje. Lze tak usuzovat proto, že při jiných formách organického hnojení se tak velké rozdíly mezi minerálně a organicky minerálně hnojenými parcelami neprojevovaly (Novák, 1973a, b).

Literatura

- ARISTOVSKAJA, T. V.: Mikroorganizmy kak osobnyj komponent ekosistemy (biogeocenoza). In: Transact. 10th Int. Congr. Soil Sci., Moskva 1974, Vol. III, s. 15-21.
- BECK, T.: Effects of extended monoculture and rotation crop systems on microbiological activities in soil and soil organic matter. In: Studies about Humus, ČSAZ - ÚVTI, Praha 1975, s. 407-414.
- BEZVYKONNYJ, V. G.: Vlijanije čistogo para na mobilizaciju azota i biologičeskiju aktivnost vyšeloščennogo černozema. Agrochimija, 1971, č. 2, s. 8-14.
- BOGUSLAWSKI, E. — DEBRUCK, J.: Die Veränderungen von Faktoren der Bodenfruchtbarkeit durch langjährige Stroh-Gründüngung. Jahrestagung, Regensburg 1973.
- CALLÉJA, M.: Étude des activités biologiques du sol de trois groupements végétaux de la série du Chêne vert: le *Quercetum ilicis*, le *Cocciferetum*, le *Brachypodietum ramosi*. Dynamique des nitrates au cours de l'épreuve d'incubation. Ref. Écol. Biol. Sol, 5, 1968, s. 427-443.
- CALLÉJA, M.: Étude des activités biologiques du sol de trois groupements végétaux de la série du Chêne vert: le *Quercetum ilicis*, le *Cocciferetum*, le *Brachypodietum ramosi*. Dynamique de la réorganisation de l'azote; rôle du carbone organique énergétique. Rev. Écol. Biol. Sol, 6, 1969, s. 395-412.
- CALLÉJA, M.: Étude des activités biologiques du sol de trois groupements végétaux de la série du Chêne vert: le *Quercetum ilicis*, le *Cocciferetum*, le *Brachypodietum ramosi*. Dynamique de la libération de l'azote minéral. Rev. Écol. Biol. Sol, 8, 1971, s. 199-218.
- ČULAKOV, Š. A. — VIŠNĚVSKAJA, B. N.: Biodinamika organičeskogo veščestva celinných počv Kazachstana. In: Studies about Humus, ČSAZ - ÚVTIZ, Praha 1975, s. 223-228.
- DEBRUCK, J. — RANGE, W.: Extreme Getreidefruchtfolgen mit jährlicher Stroh- und Stroh-Gründüngung. Z. Acker- PflBau, 129, 1969, s. 29-61.

EMILIANI, F. — PRIANO, L. J.: Biodinamika de los suelos cultivados. *Rev. Écol. Biol. Sol*, 8, 1971, s. 491-502.

FLAIG, W.: Biochemistry of soil organic matter (A review). *FAO SIDA Expert Consultation on Organic Material as Fertilizers*, Rome 1974.

FREI, G.: Der Einfluß der organischen Dünger und der Vegetation auf den Humuszustand des Bodens. *Schweiz. landw. Forsch.*, 10, 1971, s. 352-373.

GAUR, A. C. — SADASIWAM, K. V. — VIMAL, O. P. et al.: A study on the decomposition of organic matter in an alluvial soil: CO₂ evolution, microbiological and chemical transformations. *Plant and Soil*, 35, 1971, s. 17-28.

GRAY, T. R. G. — WILLIAMS, S. T.: Microbial productivity in soil. In: *Microbes and Biological Productivity*. Cambridge University Press, 1971, s. 255-286.

HARGITAI, L. — MYŠKŮW, W. — ŠEVCOVA, L. K.: Humus quality investigations on manured and fertilized soils. In: *Studies about Humus*. ČSAZ - ÚVTIZ, Praha 1975, s. 323-331.

KICK, H.: Auswirkung von jährlicher Strohdüngung bei fünfzehnjährigem kontinuierlichem Getreidebau auf Boden und Ertrag. *Jahrestagung*, Regensburg 1973.

KLEINHEMPEL, D.: Theoretical aspects of the persistence of organic matter in soils. *Pedobiologia*, 11, 1971, s. 425-429.

KOZOVÁ, J. — NOVÁKOVÁ, J.: Metody ke zjištění mikrobiálních pochodů v chlévské mrvě uložené zastudena a v kompostech. *Rostl. Výroba*, 2, 1956, s. 1037-1041.

KRÄMER, F.: Wirkungen organischer Düngung auf den Nährstoffgehalt, die Keimbessatzdichte und die mikrobielle Aktivität sowie den Zuckerrübenenertrag eines Rohlößbodens. *Jahrestagung*, Regensburg 1973.

KUDZIN, J. — SUCHOBRUS, S. V. — STEPANENKO, K. J.: Response of individual crops of a sugar-beet rotation to systematic application of fertilizers. *Agrochimija*, 1971, č. 9, s. 64-70.

KUK, D.: Regulirovanije plodородija počv. Moskva, Kolos 1970 (překlad).

KÜRTE, P. W.: Die Wirkung organischer Düngung in einer getreidereichen Fruchtfolge auf Sandboden (Ergebnis eines zwölfjährigen Feldversuches). *Jahrestagung*, Regensburg 1973.

LEMAIRE, F.: Manifestation of the specific effect of organic matter in different climatic conditions. In: *Studies about Humus*. ČSAZ - ÚVTIZ, Praha 1975, s. 437-440.

MIŠUSTIN, E. N.: Potential and effective soil fertility as related to plant remains. *Symp. Biol. Hung.*, 11 1972, s. 5-39.

MÜLLER, G. — FÖRSTER, I.: Der Einfluß von Mineralisationsvorgängen auf die Nährstoffdynamik von Böden. I. Die Umsetzung der organischen Substanz sowie Säurebildung. *Zbl. Bakt. II*, 129, 1974, s. 617-631.

MÜLLER, G. — FÖRSTER, I. — BUHLING, A. — BREDEMANN, G. — WINKLER, C.: Ermittlung bodenbiologischer Aktivitätsparameter. IV. Ergebnisse der Prüffaktoren Bodenatmung, Dehydrogenaseaktivität und Krümelstabilität. *Zbl. Bakt. II*, 127, 1972, s. 706-721.

NAGAR, B. R.: Proposal for short-term research, long-term research, extension, education and international cooperation. *FAO/SIDA Expert Consultation on Organic Materials as Fertilizers*. Rome 1974.

NIKLEWSKI, M.: The role of water conditions in decomposition process and in formation of production value of organic manures. In: *Studies about Humus*. ČSAZ - ÚVTIZ, Praha 1975, s. 359-362.

NOVÁK, B.: Ausnutzung biochemischer Teste in der Bodenmikrobiologie. I. Verwendete Methoden. *Zbl. Bakt. II*, 127, 1972, s. 699-705.

NOVÁK, B.: Ausnutzung biochemischer Teste in der Bodenmikrobiologie. II. Bestimmung der Abbaugeschwindigkeit organischer Stoffe im Boden. *Zbl. Bakt. II*, 128, 1973a, s. 316-335.

NOVÁK, B.: Ausnutzung biochemischer Teste in der Bodenmikrobiologie. III. Bestimmung der physiologischen Aufnehmbarkeit des Stickstoffs. *Zbl. Bakt. II*, 128, 1973b, s. 336-351.

NOVÁK, B. — APFELTHALER, R.: Příspěvek k metodice stanovení respirace jako indikátoru mikrobiologických pochodů v půdě. *Rostl. Výroba*, 10, 1964, s. 145-150.

NOVÁK, B. — KOZOVÁ, J. — LÖBL, F. — APFELTHALER, R.: Vliv organických látek v různém stupni humifikace na mikrobiologické a biochemické pochody v půdě. *Rostl. Výroba*, 9, 1963, s. 770-779.

- NOVÁK, B. — POKORNÁ-KOZOVÁ, J. — APFELTHALER, R.: Einflüsse der Düngung mit Stroh und Gülle auf die biochemischen Vorgänge im Boden. Zbl. Bakt. II, 129, 1974, s. 378-389.
- NOVÁK, B. — POKORNÁ-KOZOVÁ, J. — APFELTHALER, R.: Der biologische Einfluß der Düngung auf die Verwertbarkeit des Stickstoffs im Boden. Zbl. Bakt. II, 129, 1974, s. 390-404.
- PANNIKOV, V. D.: Značenie organičeskich udobrenij i zadači dalnějšich issledovanij. In: Organičeskije udobrenija. Konferencija RVHP, Moskva 1972, s. 3-6.
- PEAVY, W. S. — GRIEG, J. K.: Effect of organic and mineral fertilizers on some soil properties. Comm. Soil Sci. Plant Anal., 3, 1972, s. 387-492.
- POKORNÁ-KOZOVÁ, J.: K metodice stanovení rozkladu celulózy. Rostl. Výroba, 11, 1965, s. 1089-1100.
- POKORNÁ-KOZOVÁ, J. — LÖBL, F. — APFELTHALER, R. — NOVÁK, B.: Zur Methodik der Feststellung der Ammonifizierung in Bodenproben. Zbl. Bakt. II, 118, 1964, s. 368-373.
- PROKOŠEV, V. N. — POPOVA, S. I. — TARAKANOVA, N. J.: Vlijanije dlitel'nogo primenenija udobrenij na soderžanije i gruppovoj sostav gumusa v dervopodzol'nyh počvach. In: Studies about Humus. ČSAZ - ÚVTI, Praha 1975, s. 317-322.
- PRYČKOVA, L.: Izmenenija gumusovyh veščestv v uslovijach vyraščivanija zernovyh kultur bez vspaški. In: Studies about Humus. ČSAZ - ÚVTI, Praha 1975, s. 355-358.
- RANKOV, V. — DIMITROV, G.: Vlijanije na različnité azotni torove vrchy bioloģičnata aktivnost na počvata. Počvoznanie i Agrochimia (Blg.), 6, 1971, s. 97-107.
- RAUHE, K. — KNAPPE, S.: Systems approach to yield formation, with special reference to the humus reserves of the soil. Arch. Bodenfrucht. PflProd., 15, 1971, s. 281-288.
- SAIVE, R. — POELAERT, J. — RAIMOND, Y. — BRAKEL, J. — HUGE, P. L.: Influence sur la microflora du sol de diverses formulations d'engrais minéraux appliqués durant 62 ans. I-V. Rev. Écol. Biol. Sol, 9, 1972, s. 565-588.
- SALFELD, J. — SÖCHTIG, G.: Proposals for the characteristics of soil organic matter as an approach to understand its dynamic. FAO/SIDA Expert Consultation on Organic Materials, Rome 1974.
- SIEBERTH, W. — KICK, H.: Twelve-year field trials on the effects of composted refuse and sewage sludge, farmyard manure, and straw on yields, nutrient levels and humus economy of the soil. Landw. Forsch., 23, 1970, s. 13-22.
- SMITH, J. H. — DOUGLAS, C. L.: Wheat straw decomposition in the field. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 35, 1971, s. 269-272.
- SÖCHTIG, H. — SALFELD, J. C.: Studies on the dynamics of organic forms of nitrogen in the cycle of soil. Int. Symp. IAEA on Soil Organic Matter Studies, Braunschweig 1976.
- SPITZL, M. — GARZ, J.: Quantitative Veränderungen von organisch gebundenem Stickstoff in Abhängigkeit von Düngung und Bodentiefe. Arch. Acker-PflBau BdKde, 18, 1974, s. 691-698.
- SZEGI, J.: Der Abbau der Zellulose zwischen verschiedenen ökologischen Bedingungen. Colloque Internat. „Biodegradation et Humification“, Nancy 1974.
- ŠKARDA, M.: La recherche dans le domaine de la nutrition des plants en Tchécoslovaquie. Pour sci. agric. soc., 12, 1964, s. 185-210.
- ŠKARDA, M.: The effectiveness of liquid manure of cattle and pigs with ploughed-in straw in the crop rotation. Rostl. Výroba, 20, 1974, s. 883-894.
- TEPPER, E. Z.: O biogennosti počv rozličnyh typov. Uzb. TSCHA, 4, 1969, s. 42-47.
- TJETJEN, C.: Beziehung zwischen Humusgehalt und Volumengewicht des Ackerbodens nach Anwendung von Stalldung, Kompost und Stroh. Jahrestagung, Regensburg 1973.
- TSURU, S.: Microbial decomposition of organic matter under natural conditions. Symp. Biol. Hung., 11, 1972, s. 101-107.
- ZIMOVÁ, D.: Změny některých základních agrotechnických opatření v závislosti na používání vysokých dávek hnojiv. Studijní informace ÚVTI, Půdoznalství — Meliorace — Výživa rostlin, 1972.

Došlo dne 3. 5. 1977

ПОКОРНА-КОЗОВА, Я. и кол. (Институт питания растений, Научно-исследовательские институты растениеводства, Прага - Рузыне): Влияние органического и минерального удобрения на микробные и биохимические преобразования в почве. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 911-924.

В двухпольном севообороте с сахарной свеклой и яровой пшеницей, а также на черном пару систематически изучалось влияние удобрения на преобразование органических веществ в почве. Модельный севооборот систематически удобрялся одними местными удобрениями (навоз, компост, кейда, солома), вместе с подкормкой NPK минеральными удобрениями. Для оценки преобразований в почве, вызванных почвенной микрофлорой, применялись биохимические тесты. Скорость преобразования органических веществ с легкодоступным углеродом определялась респирометрическим тестом, с труднодоступным углеродом — целлюлолитическим тестом. Синтетическая способность почвенной микрофлоры оценивалась количеством иммобилизованного азота. Стабильность органических веществ оценивалась по значению оптической плотности респирометрического теста $NG:B$. Физиологическая применимость почвенного азота и ее преобразования были определены респирометрическим тестом ($N:B$ и $NG:C$) и целлюлолитическим тестом ($C_N:C_B$). По сравнению с неудобренным вариантом и удобренным вариантом только минеральные удобрения повышают все формы органических удобрений респираторную активность почв, главным образом при наличии легкоиспользуемых органических веществ кейды крупного рогатого скота. При разложении целлюлозы комплексной почвенной микрофлорой проявляется явное влияние минеральной подкормки при одновременном органическом удобрении, которое повышает интенсивность разложения целлюлозы. Применение кейды крупного рогатого скота больше влияет на повышение целлюлолитической активности почв, чем минеральное удобрение. Местные удобрения предпочитают группы микробов, приспособленных к разложению целлюлозы, главным образом миксобактерий. Минеральные удобрения ингибируют, главным образом азотобактеры, актиномицеты и миксобактерии. Синтетическая способность почвенной микрофлоры неудобренных делянок меньше, чем у всех делянок, удобренных органически. Солома вызывает явную иммобилизацию азота. Полное минеральное удобрение уменьшает способность почвенной микрофлоры синтезировать новые азотистые вещества. Стабильность органических веществ в делянках на парах выше, чем на делянках с высеянной культурой. Минимальная стабильность органических веществ проявляется в почвах, удобренных соломой и кейдой крупного рогатого скота. Физиологическая применимость азота растет под влиянием удобрения, главным образом под влиянием минерального удобрения. Азот кейды крупного рогатого скота физиологически полезнее, чем азот минеральных удобрений. Использование азота уменьшается с возделыванием культур. Солома вызывает понижение актуального и потенциального использования азота, главным образом на засеянных делянках.

динамика микробных процессов; физиологическое использование почвенного азота; синтетическая способность почвенной микрофлоры; стабильность органических веществ; микроорганизмы

POKORNÁ-KOZOVÁ, J. ET AL. (Institute of Plant Nutrition, Research Institutes for Crop Production, Praha - Ruzyně): The Effect of Organic and Mineral Fertilization on Microbial and Biochemical Transformations in the Soil. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 911-924.

The effect of fertilization on the transformation of organic substances in the soil was systematically studied in a two-field rotation with sugar-beet and spring wheat and in bare fallows. The crops in the model rotation were systematically fertilized either with farmyard manure alone (dung, compost, slurry, straw), or with the combination of farmyard manure and NPK mineral dressers, or with mineral fertilizers alone. Biochemical tests were used for the evaluation of changes in the soil caused by the soil microflora. The rate of the transformations of organic substances with readily available carbon was determined by the respirometric test and that of substances with hardly available carbon by the cellulolytic test. The synthesizing ability of the soil microflora was evaluated by means of the amount of immobilized nitrogen. The stability of organic substances was assessed according to the value of the quotient of the respirometric test $NG:B$. The physiological availability of soil nitrogen and its changes were indicated by the respirometric test ($N:B$ and $NG:C$) and by the cellulolytic test ($C_N:C_B$). In comparison with the unmanured control and with the variant treated just with mineral fertilizers, all forms of organic ma-

nure raise the respiratory activity of the soil, especially in the presence of readily available organic substances contained in cattle slurry. A marked effect of mineral dressing with simultaneous organic manuring, which increases the rate of the breakdown of cellulose, can be seen during the breakdown of cellulose under the action of complex soil microflora. The application of cattle slurry has a greater effect on the increase of the cellulolytic activity of soils than has mineral fertilization. Farmyard manure is preferred by the groups of microbes that are adapted to the decomposition of cellulose — particularly myxobacteria. Mineral fertilizers inhibit mainly the azotobacter, actinomycetes, and myxobacteria. The synthesizing ability of soil microflora in the unmanured plots is smaller than in all plots treated with organic manure. Straw is responsible for marked immobilization of nitrogen. Full mineral fertilization reduces the ability of soil microflora to synthesize new nitrogen compounds. The stability of organic substances in the fallow plots is greater than in the plots in which crops are grown. The smallest stability of organic compounds is seen in soils to which straw and cattle slurry have been applied. The physiological availability of nitrogen rises with fertilization, especially with the application of mineral fertilizers. Cattle slurry nitrogen is physiologically more available than nitrogen in mineral fertilizers. The availability of nitrogen drops with the cultivation of crops. Straw reduces actual and potential availability of nitrogen, especially in plots under cultivated crops.

dynamics of microbial processes; physiological availability of soil N; synthesizing ability of soil microflora; stability of organic substances; microorganisms

POKORNÁ-KOZOVÁ, J. ET AL. (Institut für Pflanzenernährung, Forschungsinstitute der Pflanzenproduktion, Praha - Ruzyně): *Einfluß organisch-mineralischer Düngung auf mikrobiologische und biochemische Veränderungen im Boden*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 911-924.

Düngungseinfluß auf die Umwandlung organischer Stoffe im Boden wurde systematisch in zweifeldriger Fruchtfolge mit Zuckerrübe und Sommerweizen und auf Schwarzbrache beobachtet. Die Modellfruchtfolge wurde systematisch mit alleinigen Wirtschaftsdüngern (Stallmist, Kompost, Gülle, Stroh), mit Wirtschaftsdüngern und gleichzeitiger Zusatzdüngung mit NPK-Mineraldünger und nur mit Mineraldüngemitteln gedüngt. Für die Beurteilung der im Boden durch die Bodenmikroflora hervorgerufenen Veränderungen wurden biochemische Tests benutzt. Die Schnelligkeit der Umwandlungen organischer Stoffe mit leicht verfügbarem Kohlenstoff wurde mit Hilfe des respirometrischen Testes bestimmt, während für die Bestimmung organischer Stoffe mit schwierig aufnehmbarem Kohlenstoff zellulolytischer Test benutzt wurde. Die synthetische Fähigkeit der Bodenmikroflora wurde durch die Menge des immobilisierten Stickstoffs bewertet. Die Stabilität der organischen Stoffe wurde nach dem Wert des Quotientes des respirometrischen Testes $NG : B$ beurteilt. Die physiologische Ausnutzbarkeit des Bodennickstoffs und ihre Veränderungen wurden mit Hilfe des respirometrischen Testes ($N : B$ und $NG : G$) und des zellulolytischen Testes ($C_N : C_B$) angezeigt. Im Vergleich zur ungedüngten Variante sowie mit der nur mit Mineraldüngemitteln gedüngten Variante wird durch alle Formen organischer Düngemittel die Respirationsaktivität des Bodens erhöht, namentlich in Anwesenheit leicht ausnutzbarer organischer Stoffe der Rindergülle. Bei Zersetzung der Zellulose durch die komplexe Bodenmikroflora zeigt sich ein markanter Einfluß der Mineralzusatzdüngung bei gleichzeitiger organischer Düngung, die die Intensität der Zellulosezerersetzung erhöht. Die Applikation der Rindergülle übt einen stärkeren Einfluß auf die Erhöhung der zellulolytischen Bodenaktivität aus als die Mineraldüngung. Die Wirtschaftsdünger bevorzugen auf die Zellulosezerersetzung adaptierte Mikrobengruppen, namentlich Myxobakterien. Die Mineraldünger inhibieren vor allem Azotobakter, Aktinomyzeten und Myxobakterien. Die synthetische Fähigkeit der Bodenmikroflora ist bei ungedüngten Parzellen geringer als bei allen organisch gedüngten Parzellen. Durch Stroh wird eine ausgeprägte Stickstoffimmobilisierung verursacht. Volle Mineraldüngung verringert die Fähigkeit der Bodenmikroflora neue stickstoffhaltige Stoffe zu synthetisieren. Die Stabilität organischer Stoffe ist bei Brachland höher als bei besäten Parzellen. Die geringste Stabilität organischer Stoffe kommt bei den mit Stroh und Rindergülle gedüngten Böden zum Ausdruck. Die physiologische Stickstoffausnutzbarkeit steigt durch den Einfluß der Düngung, u. zw. namentlich der Mineraldüngung an. Der in der Rindergülle enthaltene Stickstoff ist physiologisch besser verwertbar als der in Mineraldünge-

mitteln enthaltene Stickstoff. Die Stickstoffausnützbarkeit sinkt durch den Einfluß des Kulturpflanzenanbaus. Durch Stroh wird eine Senkung der aktuellen und potentiellen Stickstoffausnützbarkeit verursacht, u. zw. namentlich bei besäten Parzellen.

Dynamik mikrobiologischer Vorgänge; physiologische Ausnützbarkeit des Bodenstickstoffs; synthetische Fähigkeit der Bodenmikroflora; Stabilität organischer Stoffe; Mikroorganismen

Adresa autorů:

Dr. Jaroslava Pokorná-Kozová, CSc. et al., Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

VLIV HNOJENÍ KEJDOU PRASAT NA NĚKTERÉ FYZIKÁLNÍ A TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI PŮDY

K. Římovský

ŘÍMOVSKÝ, K. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Vliv hnojení kejdou prasat na některé fyzikální a technologické vlastnosti půdy*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 925-932.

V polních pokusech byl sledován vliv hnojení kejdou prasat na fyzikální vlastnosti ornice. Stupňování dávek kejdy od 100 do 200 t ha⁻¹ zvýšilo zhutnění půdy snížením celkové pórovitosti půdy. Zaorání slámy spolu s kejdou tento nepříznivý vliv kejdy omezilo. Laboratorně byl zjištěn vliv kejdy na zvýšení soudržnosti půdy hodnocené štěpitelností půdních monolitů. Byl prokázán i vliv kejdy prasat na zvýšení vodostálosti půdních agregátů. Oproti kontrole bez použití kejdy prasat vykazovaly agregáty vlhčené množstvím kejdy a odpovídající dávce 200 t ha⁻¹ zvýšení vodostálosti o 50,79 %.

kejda prasat; fyzikální vlastnosti půd; soudržnost půdy; vodostálost půdních agregátů

Použití kejdy skotu i prasat ke hnojení zemědělských plodin bude nejrozšířenější technologií jejího využití i v budoucích letech. Podle Š k a r d y et al. (1975) má produkce kejdy z bezstelivových provozů dosáhnout v roce 1980 ca 8 mil. tun. Z tohoto množství se počítá, že 90 % vyprodukované kejdy skotu a nejméně 70 % kejdy prasat bude využito ke hnojení plodin.

Hnojení zejména kejdou prasat přináší s sebou některé problémy, které řeší současný výzkum. Jedním z nich je sledování vlivu kejdy prasat na fyzikální a technologické vlastnosti půdy, důležité zejména z hlediska optimálních podmínek pro růst pěstovaných plodin. Počítáme k nim objemovou hmotnost půdy, charakterizující její ulehlost, celkovou pórovitost půdy s podílem kapilárních pórů ovlivňujících vláhový režim půdy aj. Všeobecně je znám význam strukturnosti půdy a zejména vodostálosti půdních agregátů pro dobrý fyzikální stav půdy, a tím i pro zdravý a rychlý vývoj plodin. Při základní a předsetové přípravě půdy pro kvalitní přípravu setového lůžka má rozhodující význam soudržnost půdy.

Ovlivnění fyzikálního stavu půdy při hnojení kejdou může mít několik příčin. Jednou z nich je poměrně vysoký obsah jednomocných kationů Na, K a NH₄ obsažených v kejdě. Naproti tomu přítomnost dostatečného množství dvojmocných kationů, zejména Ca, nepříznivý vliv jednomocných kationů, projevující se stabilizační koloidních systémů, zčásti eliminuje nebo úplně překrývá (K o s i l et al., 1973).

Fyzikální stav půdy bývá negativně ovlivněn i použitou aplikační technikou při vývozu kejdy v obdobích s nepříznivým vláhovým stavem půdy. Na fyzikální stav půdy působí i obsah organických látek kejdy a přítomnost některých specifických látek jako např. střevních slizů prasat, zejména pro jejich pojivový účinek.

MATERIÁL A METODY

Cílem pokusu bylo ověření vlivu hnojení stupňovanými dávkami kejdy prasat na některé fyzikální a technologické vlastnosti půdy. Pokusy byly založeny v polních podmínkách, některá zjištění byla prováděna v laboratoři. Polní pokusy založeny na pozemcích JZD Nový život se sídlem v Jakubově, okr. Třebíč, v letech 1972–1973, bramborářský výrobní typ. Průměr srážek 550 mm a průměrná roční teplota 7,9 °C. Podle hodnoty Langova d_f 69 patří toto místo k oblastem přechodného klimatu.

Půda pokusného pozemku je hnědozem oglejená, hlinitá, na sprašovém překryvu, půdní reakce mírně kyselá, obsah humusu je 2 %, obsah živin NPK střední.

Pokusná plodina silážní kukuřice 'C 250', předplodina ozimá pšenice. Charakteristiku pokusných variant uvádíme v tab. I.

I. Charakteristika pokusných variant — Characteristics of the experimental variants

Varianta	Charakteristika pokusných variant
1	hnůj 50 t ha ⁻¹
2	kejda 100 t ha ⁻¹ + 6 t slámy
3	kejda 100 t ha ⁻¹
4	kejda 150 t ha ⁻¹ + 4 t slámy
5	kejda 150 t ha ⁻¹
6	kejda 200 t ha ⁻¹ + 4 t slámy
7	kejda 200 t ha ⁻¹

Na var. 1 a 2 byly upraveny dávky sušiny org. hnojiv a NPK na přibližně stejnou hladinu s použitím slámy a průmyslových hnojiv. Všechna hnojiva byla zapravena do půdy podmínkou na hloubku 10 cm. V říjnu následovala hluboká orba na hloubku 25 cm.

Ke stanovení fyzikálních vlastností půdy byla použita metoda fyzikálních válečků. Hloubka odběru vzorků 5 a 18 cm. Doba odběru před předseťovou přípravou půdy 13. dubna a po sklizni silážní kukuřice 10. října.

Laboratorní zjištění: Soudržnost půdy byla zjišťována štěpitelností půdních monolitů. Půdní monolity byly připraveny vlhčením prosáté jemnozeme, množstvím destilované vody a kejdy prasat odpovídajícím dávkám na 1 ha:

- var. 1. kejda prasat 0 + voda 200 t ha⁻¹
- var. 2. kejda prasat 50 t ha⁻¹ + voda 150 t ha⁻¹
- var. 3. kejda prasat 100 t ha⁻¹ + voda 100 t ha⁻¹
- var. 4. kejda prasat 200 t ha⁻¹ + voda 0

Po vyschnutí monolitů při laboratorní teplotě 20 °C a předchozím předsušení při 25 °C byla docílena vlhkost 1,01 % hmotnostních, při které byla zjišťována soudržnost půdy štěpitelností při použití zařízení vlastní konstrukce.

Vodostálost půdních agregátů byla zkoumána na velikostní frakci agregátů 2–3 mm. Na skleněných miskách se čtyři vzorky půdních agregátů ovlhčily množstvím 200 ccm kejdy prasat a destilované vody stejně jako při zjišťování soudržnosti

půdy. Po vyschnutí agregátů, při laboratorní teplotě 20 °C, byla zjišťována vodostálost půdních agregátů podle Kudrny. Podle této metody se vodostálost půdních agregátů zjišťuje vyhodnocením jejich deformace, které nastává mechanickým tlakem a infiltrací vody sloupcem stabilizovaných půdních agregátů.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Sledované fyzikální vlastnosti půdy nevykazovaly v obou sledovaných hloubkách významné rozdíly, jsou proto uváděny průměrnou hodnotou s uvedením hodnoty rozptylu jednotlivých opakování.

Celková pórovitost na variantách hnojených hnojem a kejdou v kombinaci se slámou je přibližně stejná. Hnojení samotnou kejdou působilo snížení hodnot celkové pórovitosti půdy a zvýšení ulehlosti půdy, jak potvrzují i uvedené hodnoty objemové hmotnosti půdy. Tento nepříznivý vliv kejdy může vzrůstat se stupňováním dávek použité kejdy a krácením časového odstupu hnojení kejdou na určitém pozemku.

Jak potvrzují získané výsledky uváděné v tab. II, může být tento nepříznivý vliv kejdy odstraněn současnou zaorávkou slámy, která zvyšuje celkovou pórovitost půdy, a tím i nakypřenost ornice.

II. Hodnoty sledovaných fyzikálních vlastností půdy (1. odběr 13. 4. 1973) — Values of the studied physical properties of soil (1st sampling, April 13, 1973)

Varianta	Hmotnost g cm ⁻³	Celková pórovitost % obj.	Max. kap. vod. kapacita % obj.	Vzdušnost min. % obj.
50 t ha ⁻¹ hnůj	1,24	53,0 ± 1,45	28,3	24,7
100 t kejdy + 6 t slámy na ha	1,21	54,2 ± 1,37	29,3	24,9
150 t kejdy + 4 t slámy na ha	1,25	52,7 ± 1,63	32,5	20,2
200 t kejdy + 4 t slámy na ha	1,25	52,7 ± 3,70	33,7	19,0
100 t kejdy na ha	1,36	48,5 ± 2,96	31,2	17,3
150 t kejdy na ha	1,31	50,4 ± 2,03	32,7	17,7
200 t kejdy na ha	1,34	49,2 ± 3,70	32,4	16,8

Varianty hnojené kejdou v kombinaci se slámou nebo samotnou kejdou vykázaly vyšší hodnoty maximální kapilární vodní kapacity ve srovnání s variantou hnojenou hnojem. Tato zvýšení se pohybovala od 3,53 % u nejnižší dávky kejdy do 19,08 % u nejvyšší dávky kejdy.

Při stupňovaných dávkách kejdy došlo ke snížení objemu nekapilárních pórů, zejména na variantách hnojených pouze kejdou. Na var. 7 s nejvyšší dávkou kejdy dosáhlo toto snížení hodnoty 31,98 %.

Při druhém odběru fyzikálních váleček po sklizni silážní kukuřice jsou získané výsledky uváděny z obou zjišťovaných hloubek, a sice pro rozdílnost získaných výsledků jako průměr ze čtyř opakování. Číselné údaje jsou zpracovány v tab. III.

Získané výsledky, ukázaly, že na variantě 1 (hnůj) nedošlo ani v průběhu vegetace pokusné plodiny ke změně sledovaných fyzikálních vlastností půdy ve srovnání se stavem v době prvního odběru. Hodnoty celkové pórovitosti nad 50 % obj. si udržely varianty hnojené kejdou pouze v hloubce ornice 5 cm.

III. Hodnoty sledovaných vlastností ornice po sklizni silážní kukuřice (2. odběr 10. 10. 1973) — The values of the studied physical properties of topsoil after the harvest of silage maize (2nd sampling, October 10, 1973)

Varianta	Hloubka odběru cm	Hmotnost red. g cm ⁻³	Pórovitost % obj.	Vlhkost % obj.	Max. kap. vod. kap. % obj.	Vzdušnost abs.	% obj. min.
1	5	1,24	53,7	19,8	28,1	33,6	25,6
	18	1,23	53,4	21,6	29,5	31,8	23,9
2	5	1,25	52,7	20,1	28,4	32,6	24,3
	18	1,36	48,5	22,2	29,2	26,3	19,3
4	5	1,24	53,0	22,4	30,8	30,6	22,2
	18	1,38	47,7	21,8	32,6	25,9	15,1
6	5	1,25	52,7	20,5	31,2	32,2	21,5
	18	1,38	47,7	22,5	31,1	26,2	16,6
3	5	1,29	51,1	21,5	31,3	29,6	19,8
	18	1,34	49,2	23,8	31,1	25,4	18,1
5	5	1,40	47,0	22,6	32,9	24,4	14,1
	18	1,45	45,1	23,8	32,1	21,3	13,0
7	5	12,6	52,3	21,6	30,7	30,7	21,6
	18	1,33	49,6	23,1	32,5	26,5	17,1

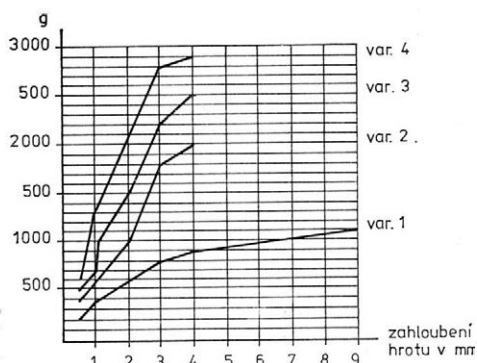
V hloubce 18 cm klesla u všech variant hnojených kejdou hodnota celkové pórovitosti pod 50 % obj. v rozmezí hodnot 49,6 až 45,1 % obj. Celkově nižších hodnot pórovitosti bylo dosaženo u variant hnojených pouze kejdou kromě var. 7. (nejvyšší dávka kejdy), kde získané výsledky nepotvrzují změny fyzikálních vlastností zjištěné u var. 3 a 5. Celkově lze však říci, že i při druhém odběru se projevil vliv stupňovaných dávek kejdy na snížení celkové pórovitosti půdy, zvýšení max. kapilární vodní kapacity a snížení minimální vzdušnosti půdy, tzn. objemu nekapilárních pórů. Vliv zaorané slámy, který se tak výrazně projevil na zvýšení celkové pórovitosti půdy v době 1. odběru, nebyl v době druhého odběru (13 měsíců po zaorání slámy) u sledovaných fyzikálních vlastností patrný (Ř í m o v s k ý, Š í b l, 1974).

V roce 1976 bylo laboratorně sledováno i působení stupňovaných dávek kejdy na soudržnost půdy. Tato vlastnost půdy je důležitá z hlediska zpracování půdy, neboť rozhoduje o kvalitě základní a přesetové přípravy půdy, o hrudovitosti půdy, a tím i o kvalitě přípravy setového lůžka.

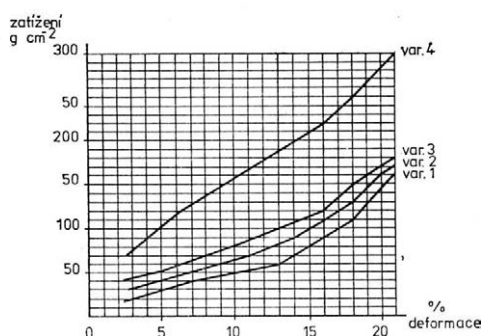
Soudržnost půdy byla hodnocena štěpitelností půdy. Zjištěný průběh štěpitelnosti půdních monolitů znázorňuje obr. 1.

Křivky obr. 1 ukazují stav zahlužení kovového hrotu do půdního monolitu při stupňovaném zatížení. Hodnoty mezního zatížení kovového hrotu, při kterých došlo k úplnému rozštěpení půdního monolitu sledovaných variant, jsou uvedeny v tab. IV.

Jak hodnoty uváděné graficky, tak i mezní hodnoty zatížení, které bylo třeba vyvinout k úplnému rozštěpení monolitu, prokazují výrazné zvýšení soudržnosti půdy při aplikaci kejdy a její další zvyšování v závislosti na stupňovaných dávkách kejdy prasat.



1. Štěpitelnost půdních monolitů — The splitting ability of monoliths



2. Vodostálost půdních agregátů — The water stability of soil aggregates

IV. Mezní hodnoty štěpitelnosti půdních monolitů — The marginal values of the splitting ability of soil monoliths

Varianta	Charakteristika pokusné varianty t ha ⁻¹ (kejdy)	Hodnota mezního zatížení v g
1	kontrola vlhčena vodou	1100
2	50	2000
3	100	2500
4	200	2900

Laboratorně byl zkoumán i vliv kejdy na vodostálost půdních agregátů. Tato vlastnost je předpokladem zachování příznivé struktury půdy po delší dobu, a tím i pro vytvoření příznivých fyzikálních stavů pro růst rostlin. Nejúčinnějším a nejlevnějším prostředkem k vytváření vodostálé struktury zůstává v současné době pěstování jetelovin a jetelotrav na orné půdě. Podle Šimka et al. (1958) činí přírůstek pevných makroagregátů v půdě po pěstování vojtěškotravních směsek 30–40 %.

V minulé době byly zkoumány i některé látky, umožňující umělé vytvoření a po určitou dobu i stabilizaci drobtovité struktury půdy. Tyto látky, vyráběné zejména na bázi kyseliny akrylové s obchodními názvy

Krilium, Bentit, Separan aj., nezajistily však očekávaný ekonomický efekt a zejména z důvodů vysokých cen nedoznaly širšího uplatnění.

Za zmínku stojí i sdělení La Fleura (1973), který docílil vznik a zvětšení půdních agregátů vystavením půdy účinkům vyšších teplot. Z této oblasti jsou i práce Vaňka a Lhotského (1974), kteří působili na půdní vzorky s agregáty o velikosti 1 mm teplotou 600–700 °C po dobu 3–6 minut. Takto tepelně ošetřené půdní agregáty se vyznačovaly větší pevností a stálostí, zemina pak vyšší propustností a mrazuvzdorností. Autoři uvádějí, že v zemině vystavené účinku vysokých teplot se zvýšil i obsah uvolnitelných živin.

Vodostálost půdních agregátů (velikostní frakce 2–3 mm) byla zjišťována metodou Kudrny sledováním přírůstku procenta deformace půdních agregátů (dále jen % *df*). Průběh deformace půdních agregátů u volených variant s aplikací dávek kejdy 50, 100, 150 a 200 t ha⁻¹ znázorňuje obr. 2.

Pro docílení přibližně stejného % *df* (20 %) bylo třeba působit u jednotlivých variant zatížením, jehož hodnoty jsou uvedeny v tab. V.

V. Hodnoty zatížení pro 20% deformaci půdních agregátů — The values of load for 20% deformation of soil aggregates

Varianta	Charakteristika pokusné varianty (t ha ⁻¹ kejdy)	Hodnota zatížení (g cm ⁻²)
1	kontrola vlhčena vodou	160
2	50	170
3	100	180
4	200	290

Při dávce kejdy 50 t ha⁻¹ se vodostálost půdních agregátů oproti kontrole téměř nezvýšila. Dávkou kejdy 100 t ha⁻¹ se vodostálost půdních agregátů zvýšila o 6,77 %. Podstatné zvýšení vodostálosti půdních agregátů nastalo při dávce kejdy 200 t ha⁻¹, kdy dosáhlo hodnoty o 50,79 % vyšší než u varianty kontrolní, vlhčené vodou.

Na základě předchozích zjištění je možno konstatovat, že použitá kejda ke hnojení plodin ovlivňuje i sledované fyzikální a technologické vlastnosti půdy.

Znovu se potvrdila výhodnost kombinace kejda + zaoraná sláma, a to i pro udržení příznivého fyzikálního stavu půdy. Zvýšení nebezpečí ulehlosti půdy je zřejmě aktuální až při vyšších dávkách kejdy (nad 200 t ha⁻¹) a při častém jejím vyvážení na tentýž pozemek.

To potvrzuje i nutnost kontroly dávek aplikované kejdy a zpracování časového harmonogramu vývozu kejdy na pole.

Zvýšení soudržnosti a vodostálosti půdních agregátů po aplikaci kejdy a jejich další zvyšování v přímé závislosti na stupňovaných dávkách kejdy dokazuje ovlivnění technologických vlastností půdy, důležitých zejména z hlediska základního a předsetového zpracování půdy.

Literatura

- KOSIL, V. et al.: Půdoznalství I. Učební texty, SPN, Praha 1973, s. 124-125.
- LA FLEUR, K. S.: Effect of heating on surface properties of diverse soils. Soil. sci., 115, 1973, č. 1, s. 25-29.
- ŘÍMOVSKÝ, K. — ŠIBL, V.: Vliv stupňovaných dávek vepřové kejdy na fyzikální vlastnosti půdy. In: Sborník VŠZ Brno, 1974, s. 147-151.
- ŠIMEK, J. et al.: Soustava základních agrotechnických opatření v rostlinné výrobě. ČAZV, Praha 1958, s. 150-170.
- ŠKARDA, M. et al.: Soustava hnojení statkovými hnojivy. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1975, s. 1-15.
- VANĚK, J. — LHOTSKÝ, J.: O možnosti tepelné stabilizace strukturních agregátů těžkých půd. Rostl. Výroba, 20, 1974, č. 9, s. 941-950.

Došlo dne 3. 5. 1977

РЖИМОВСКИЙ, К. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Влияние удобрения кейдой свиней на некоторые физические и технологические свойства почвы. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 925-932.

В полевых опытах изучалось влияние удобрения кейдой свиней на физические свойства пахотного слоя. Дифференцирование доз кейды со 100 до 200 т га⁻¹ уплотнило грунт в результате понижения общей пористости почвы. Заделка соломы вместе с кейдой предотвратила это неблагоприятное влияние кейды. Лабораторным путем было установлено влияние кейды на повышение сцепления почвы, оцениваемое расщепляемостью почвенных монолитов. Также было доказано влияние кейды свиней на повышение водоустойчивости почвенных агрегатов. По сравнению с контролем, без обработки кейдой свиней, агрегаты, увлажненные количеством кейды 200 т/га, показывали водоустойчивость на 50,79 % больше.

кейда свиней; физические свойства почв; сцепление почв; водоустойчивость почвенных агрегатов

ŘÍMOVSKÝ, K. (University of Agriculture, Brno): *The Effect of Pig Slurry Application on Some Physical and Technological Properties of Soil*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 925-932.

Field experiments were undertaken to study the effect of pig slurry manuring on the physical properties of topsoil. The gradation of slurry application rates from 100 to 200 tons per hectare increased the compactness of soil through the reduction of over-all porosity. The ploughing-in of straw together with slurry reduced this unfavourable effect. Laboratory tests proved the effect of slurry on the increase of soil coherence, as evaluated on the basis of the splitting ability of soil monoliths. The tests also proved the effect of pig slurry on the increase of the water stability of soil aggregates. As distinct from the control without the use of pig slurry, the aggregates dampened with slurry at a rate corresponding to 200 tons per ha increased water stability by 50.79 %.

pig slurry; physical properties of soil; soil coherence; water stability of soil aggregates

ŘÍMOVSKÝ, K. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno): *Einfluß der Düngung mit Schweinegülle auf einige physikalische und technologische Bodeneigenschaften*, Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 925-932.

In Feldversuchen wurde der Düngungseinfluß der Schweinegülle auf physikalische Ackerkrumeigenschaften beobachtet. Gesteigerte Güllgaben von 100 bis zu 200 t ha⁻¹ erhöhten die Bodenverdichtung durch Reduzierung der gesamten Bodenporosität. Eine gemeinsam mit der Gülleapplikation vorgenommene Stroheinpflügung beschränkte diesen ungünstigen Gülleinfluß. Laboratorisch wurde der Gülleinfluß auf die Erhöhung der Bindigkeit des Bodens festgestellt, die nach der Spaltbarkeit der

Bodenmonolithe bewertet wurde. Es wurde auch der Einfluß der Schweinegülle auf die Erhöhung der Wasserbeständigkeit der Bodenaggregate nachgewiesen. Im Vergleich zur Kontrolle ohne Schweinegülle wiesen die mit einer 200 t ha^{-1} entsprechenden Güllegabe befeuchteten Aggregate eine Erhöhung der Wasserbeständigkeit um 50,79 % auf.

Schweinegülle; physikalische Bodeneigenschaften; Bodenbindigkeit; Wasserbeständigkeit der Bodenaggregate

Adresa autora:

Ing. Karel Římovský, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1–3, 662 65 Brno

DLOUHODOBÁ ÚČINNOST HNOJE A KOMPOSTU NA ŘEPAŘSKÉ HNĚDOZEMI

I. Pařízek, J. Vácha, M. Škarda

PAŘÍZEK, I. — VÁCHA, J. — ŠKARDA, M. (Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Dlouhodobá účinnost hnoje a kompostu na řepařské hnědozemí*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 933-942.

Trvalý polní pokus v Praze - Ruzyni prokázal za 20 let svého trvání významný vliv systematické péče o půdní úrodnost na zvýšení produktivnosti řepařské hnědozemě. Za toto období se hrubá produkce zvýšila dvojnásobně. Na tomto zvýšení se z 35 % podíl dodržovaný osevní postup s vysoce produktivní vojtěškou a základní agrotechnika a ze 65 % organickominerální hnojení na bázi hnoje a kompostu. Tato statková hnojiva, mezi jejichž formami není v účinnosti významného rozdílu, zvýšila v průměrné roční dávce 6–7 t ha⁻¹ produktivnost půdy o 12 %, s minerálním dohnojením o 32 %. Zároveň zvýšila účinnost průmyslových hnojiv o 25 %. Využití dodaných živin ve statkových hnojivech dosahuje 30–35 % u N, 10–25 % u P a 40–45 % u K, při respektování odběru NPK živin z půdní zásoby. Výrobní efekt odebraného N činí 0,50 OJ na ha. Průměrná roční spotřeba na 1 OJ činí při organominerálním hnojení za období 1956–1976 2 kg N; 0,27 kg P a 1,8 kg K. Využití dodaného N ze statkových hnojiv dosahuje 50–60 %, P 80–160 % a K 130–140 % využití těchto živin z průmyslových hnojiv, při stejném výrobním efektu rostlinami odebraného N. hnědozem; osevní postup; hnůj; kompost; hrubá produkce; výnos suché hmoty; odběr živin; využití živin; výrobní efekt N

I při stále rostoucí produkci kejdy zůstávají klasická statková hnojiva, především hnůj, hlavním organickým hnojivem v čs. zemědělství. Ještě v roce 1985 má být asi 60–65 % stájí skotu s tradičním ustájením (Škarda, 1973). Hnůj se podílí 80 % na celkové produkci organických látek, 70 % N, 80 % P₂O₅ a 60 % na produkci K₂O v organických hnojivech. Hnojivou účinnost hnoje v osevních postupech potvrzuje řada dřívějších i novějších prací našich i zahraničních autorů (Duchon, 1948; Novák et al., 1961; Škarda, 1963a, b; Löbl, Novák, 1965; Kolbe, Stumpe, 1967; Specht, 1968; Škarda, 1973 aj.). Vliv hnoje na zvýšení výnosů plodin dokazují např. Schmid (1962), Kemenesy (1962), Ansoerge (1966), Škarda (1963a, b, 1973) aj. Pro výrobu hnoje a přímé hnojení bude u nás používáno v nejbližší budoucnosti nejméně 90–95 % vyprodukované chlévské mrvy, zbývajících 5–10 % má být využito k výrobě kompostů, převážně průmyslovým způsobem.

Také kompost z chlévské mrvy a zeminy prokázal svou dobrou hnojivou účinnost (Š k a r d a, 1963a, b, 1973). Jeho výroba se však v praxi významně nerozšíří a bude nahrazena výrobou průmyslových kompostů. Použití těchto kompostů bude soustředěno do specializovaných zemědělských podniků, hlavně v zelinářství.

Poněvadž nejzajímavější je dlouhodobá účinnost organických hnojiv v osevním postupu, vyhodnotili jsme v této práci dvacetileté působení hnoje a kompostu z chlévské mrvy a zeminy v řepařské oblasti.

MATERIÁL A METODY

Stanoviště

Pokusy byly založeny v roce 1955 na pozemcích VÚRV Ruzyně v řepařském výrobním typu (subtyp ječný) s nadmořskou výškou 345 m. Půda: jílovitohlinitá – hlinitojílovitá hnědozem. Hodnoty v Orh: T = 186 mekv 1000 g⁻¹, S = 184 mekv 1000 g⁻¹, V = 95 %, pH (KCl) = 7,0, P = 66 mg 1000 g⁻¹ K = 188 mg 1000 g⁻¹, 0,3 % CaCO₃, obsah humusu 1,29 Cox.

Meteorologické podmínky: průměrné roční srážky (1956–1976) 433 mm (ve vegetačním období 311 mm), průměrná roční teplota 7,8 °C (ve vegetačním období 13,13 °C), průměrný sluneční svit 1745 hod ročně (z toho ve vegetačním období 1304 hodiny).

Osevní postup a varianty hnojení

Osevní postup: 45 % obilnin, 33 % okopanin, 22 % píce (ozimá pšenice, jarní ječmen, cukrovka, brambory, vojtěška); 1956–1976

Varianty hnojení:

a) organické = 0, hnůj (Hn), kompost (Kst)

b) minerální = 0, N₁P₁K₁ (M₁), N₂P₂K₂ (M₂)

Dávky hnojiv (roční průměr):

a) statkových: Hn 6,4 t ha⁻¹ (= 1,1 t organických látek, 35 kg N, 10 kg P, 36 kg K na ha)

Kst 6,6 t ha⁻¹ (= 1,0 t organických látek, 31 kg N, 9 kg P, 38 kg K na ha)

b) průmyslových: N₁P₁K₁ = 42 kg N, 24 kg P, 101 kg K na ha

N₂P₂K₂ = 67 kg N, 32 kg P, 143 kg K na ha

Hnojení

a) Statková hnojiva

Statkovými hnojivy hnojíme pouze okopaniny ekvivalentní dávkou 30 t ha⁻¹ čerstvé chlévské mrvy k cukrovce a 20 t ha⁻¹ k bramborám. Po ztrátách, které u hnoje dosahují v průměru 31 %, a u kompostu z chlévské mrvy a zeminy 39 %, hnojíme dávkou 20,7 t ha⁻¹ (resp. 13,8 t ha⁻¹) hnoje a 18,3 t ha⁻¹ (resp. 12,2 t ha⁻¹) kompostu. Hnůj ukládáme za studena do bloků a po šesti měsících zaoráváme koncem září až začátkem října. Kompost z 10 dílů chlévské mrvy a 1 dílu zeminy, dvakrát překopaný zapravujeme po šestiměsíčním zrání na jaře do půdy bez orby kombinátorem.

b) Průmyslová hnojiva

PK hnojiva aplikujeme v osevním postupu každoročně a zásobně na 2, 4 a 5 let před podzimní orbou. Dusíkatá hnojiva používáme před setím (1/2–2/3 dávky) a během vegetace.

Způsob zpracování

Vyhodnotili jsme vliv hnoje a kompostu z chlévské mrvy a zeminy (samotných i v kombinaci s průmyslovými hnojivy) na zvýšení hrubé produkce, výnosy suché hmoty rostlin, odběr a využití živin a výrobní efekt dusíku (VRE_N).

VÝSLEDKY

HRUBÁ PRODUKCE

V průběhu 20 let trvání pokusu jsme nejvyššího zvýšení hrubé produkce o 53,2 OJ na ha – z 54,8 OJ na ha v I. období (1956–1960) na 108,0 OJ na ha ve IV. období (1969–1972), tj. o 97 %, dosáhli při použití Hn + N₂P₂K₂ (tab. I). Z toho na vliv agrotechniky a osevního postupu

I. Dlouhodobý vliv hnoje, kompostu a průmyslových hnojiv na hrubou produkci v pěti pokusných obdobích klasického osevního postupu na řepařské hnědozemí (roční průměr v OJ ha⁻¹) – The long-term effect of dung, compost, and commercial fertilizers on gross output in five experimental periods of the traditional crop rotation on the beet-growing brown forest soil (annual average in grain units per ha)

Varianty hnojení	Období					Celkový průměr 1956-1976
	I. 1956-1960	II. 1961-1964	III. 1965-1968	IV. 1969-1972	V. 1973-1976	
	hrubá produkce v OJ ha ⁻¹					
O	54,8 (100) /100/	61,0 (100) /111/	65,9 (100) /120/	72,9 (100) /133/	48,9 (100) / 89/	60,7 (100)
N ₁ P ₁ K ₁	64,7 (118) /100/	70,5 (116) /109/	80,0 (121) /124/	96,2 (132) /149/	62,6 (128) / 97/	74,8 (123)
N ₂ P ₂ K ₂	67,7 (124) /100/	73,4 (120) /108/	84,6 (128) /125/	103,9 (143) /153/	68,0 (139) /100/	79,5 (131)
Hn	59,6 (109) /100/	66,8 (110) /112/	72,9 (111) /122/	86,4 (119) /145/	56,8 (116) / 95/	68,5 (113)
Hn + N ₁ P ₁ K ₁	65,1 (119) /100/	72,5 (119) /111/	84,5 (128) /130/	101,7 (140) /156/	68,0 (139) /104/	78,4 (129)
Hn + N ₂ P ₂ K ₂	68,3 (125) /100/	73,3 (120) /107/	84,6 (128) /124/	108,0 (148) /158/	69,9 (143) /102/	80,8 (133)
Kst	60,6 (111) /100/	66,0 (108) /109/	71,6 (109) /118/	82,0 (112) /135/	54,5 (111) / 90/	66,9 (110)
Kst + N ₁ P ₁ K ₁	68,2 (124) /100/	73,6 (121) /108/	81,6 (124) /120/	99,3 (136) /146/	68,4 (140) /100/	78,2 (129)
Kst + N ₂ P ₂ K ₂	69,6 (127) /100/	74,4 (122) /107/	85,6 (130) /123/	105,8 (145) /152/	72,7 (149) /104/	81,6 (134)

připadá zvýšení 18,1 OJ na ha (35 %) a na organominerálním hnojení $Hn + N_2P_2K_2$ 35,1 OJ na ha (65 %).

Na nehnojených kontrolách stoupala hrubá produkce ze 100 % v I. období postupně až na 133 % ve IV. období, s poklesem na 89 % výchozí produkce v V. období. Tento trend jsme zjistili při vyšších hodnotách hrubé produkce i na hnojených variantách (I.–IV. období 100–158 %, V. období pokles na 90–104 %).

Pokles absolutních hodnot hrubé produkce v V. období byl způsoben především nezařazením velmi produktivní vojtěšky do osevního postupu ve IV. období (devítihonný osevní postup rotuje pouze na třech honech) a dále meteorologicky nepříznivými roky 1973, 1974 a 1976 (sucho, které zejména v roce 1976 nepříznivě ovlivnilo výnosy všech plodin, hlavně cukrovky).

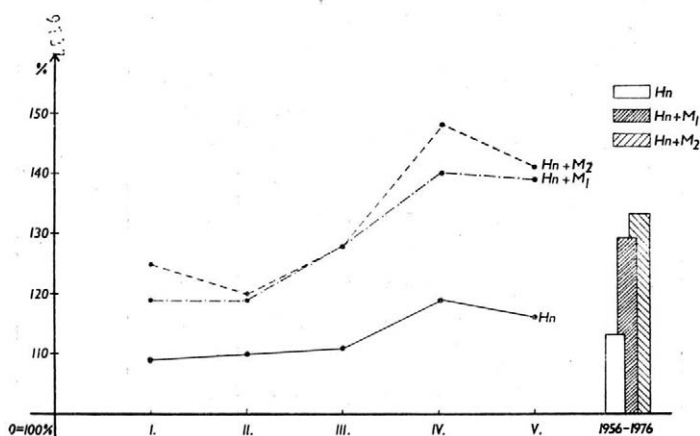
Nezařazení vojtěšky výrazně zvýšilo účinnost hnojení ve IV. i V. pokusném období, zejména organominerálního. Významný rozdíl v účinnosti dávek $N_1P_1K_1$ a $N_2P_2K_2$ v průmyslových hnojivech, použitých na bázi hnoje a kompostu, jsme nezjistili.

V průměru za celé 20leté pokusné období zvýšila nejvýrazněji hrubou produkci varianta $Kst + N_2P_2K_2$ (81,6 OJ na ha = + 34 %) a $Hn + N_2P_2K_2$ (80,8 OJ na ha = + 33 %). Pro porovnání byla také v modelovém osevním postupu, ve kterém se v letech 1965–1976 střídala pouze cukrovka s jarní pšenicí, největší hrubá produkce sklizena při hnojení $Kst + N_2P_2K_2$ (100,5 OJ na ha = + 51 %) a $Hn + N_2P_2K_2$ (100,5 OJ na ha = + 51 %).

V osevním postupu bez vojtěšky se účinnost organominerálního hnojení na bázi Hn a Kst zvýšila vůči klasickému osevnímu postupu více jak o 50 %. Toto zvýšení také podpořil dvouletý cyklus organického hnojení s vyššími dávkami hnoje a kompostu (průměr $9,8 \text{ t ha}^{-1}$) než v klasickém osevním postupu (průměr $6,5 \text{ t ha}^{-1}$).

VÝNOSY SUCHÉ HMOTY

V průměru za celé období 1956–1976 nebyly v klasickém osevním postupu zjištěny významné rozdíly ve vlivu organominerálního hnojení na zvýšení (případně snížení) hrubé produkce a na výnosy suché hmoty.



1. Vliv hnoje s minerálním hnojením na relativní zvýšení hrubé produkce v pěti 4–5letých obdobích pokusných let 1956–1976 v klasickém řepářském osevním postupu na hnědozemí (roční průměr v %) – The effect of dung with mineral fertilizers on the relative increase of gross output in five 4- to 5-year periods in the experimental years 1956–1976 in the traditional crop rotation on the brown forest soil (annual average, %)

Podobně jako u hrubé produkce jsme v průběhu 20 let největšího přírůstek výnosu suché hmoty $4,2 \text{ t ha}^{-1}$ – ze $7,3 \text{ t ha}^{-1}$ v I. období na $11,5 \text{ t ha}^{-1}$ ve IV. období – tj. o 58 %, dosáhli při použití $\text{Hn} + \text{N}_2\text{P}_2\text{K}_2$ (tab. II). Současně však ve IV. období klesl výnos suché hmoty na nehněných kontrolách o 14 % vůči I. období, takže účinnost organominerálního hnojení $\text{Hn} + \text{N}_2\text{P}_2\text{K}_2$ byla ve IV. období o 200 % vyšší než v I. ob-

II. Dlouhodobý vliv hnoje, kompostu a průmyslových hnojiv na výnosy suché hmoty v pěti pokusných obdobích klasického osevního postupu na řepářské hnědozemí (roční průměr v t ha^{-1}) – The long-term effect of dung, compost, and commercial fertilizers on the yields of dry matter in five experimental periods of the traditional crop rotation on the beet-growing brown forest soil (annual average in tons per ha)

Varianty hnojení	Období					Celkový průměr 1956-1976
	I. 1956-1960	II. 1961-1964	III. 1965-1968	IV. 1969-1972	V. 1973-1976	
	výnos suché hmoty v t ha ⁻¹					
O	7,3	8,3	7,9	6,3	6,1	7,2
	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
	/100/	/113/	/109/	/ 86/	/ 84/	
N ₁ P ₁ K ₁	8,6	9,2	9,6	9,6	7,7	8,9
	(118)	(112)	(121)	(152)	(127)	(124)
	/100/	/108/	/112/	/112/	/ 90/	
N ₂ P ₂ K ₂	9,0	9,6	9,7	10,7	8,4	9,5
	(123)	(116)	(122)	(171)	(137)	(132)
	/100/	/107/	/108/	/120/	/ 93/	
Hn	7,8	8,8	8,1	9,0	7,2	8,2
	(107)	(107)	(102)	(143)	(118)	(114)
	/100/	/114/	/104/	/116/	/ 93/	
Hn + N ₁ P ₁ K ₁	8,5	9,5	9,3	10,7	8,1	9,2
	(117)	(115)	(117)	(170)	(133)	(128)
	/100/	/111/	/109/	/126/	/ 95/	
Hn + N ₂ P ₂ K ₂	9,0	9,7	9,3	11,5	8,5	9,6
	(123)	(118)	(117)	(183)	(139)	(133)
	/100/	/108/	/103/	/128/	/ 94/	
Kst	7,9	8,6	8,2	8,6	6,8	8,0
	(109)	(105)	(103)	(138)	(111)	(111)
	/100/	/109/	/103/	/109/	/ 86/	
Kst + N ₁ P ₁ K ₁	9,0	9,6	9,7	10,2	8,4	9,4
	(123)	(116)	(123)	(163)	(138)	(131)
	/100/	/107/	/108/	/114/	/ 94/	
Kst + N ₂ P ₂ K ₂	9,0	9,9	9,7	11,2	9,0	9,8
	(123)	(120)	(123)	(178)	(148)	(136)
	/100/	/108/	/107/	/122/	/101/	

dobí. Ke snížení výnosu suché hmoty v V. oproti IV. období došlo ze stejných důvodů jako u hrubé produkce.

Také zde jsme nejlepší výsledků v průměru za celé pokusné období dosáhli na Kst + N₂P₂K₂ (9,8 t ha⁻¹) a na Hn + N₂P₂K₂ (9,6 t ha⁻¹). Zvýšili jsme tak výnosy suché hmoty vůči variantě bez hnojení o 36 % (resp. 33 %).

ODBĚR ŽIVIN

Odběr NPK živin sleduje v ročním průměru 20letého období trend stupňovaných dávek hnojiv (tab. III). Nejnižší odběr v nejužším poměru 1 : 0,13 : 0,69 je na nehnojených kontrolách. Na hnojených variantách jsou výnosy plodin úměrné odběru NP živin při velmi vyrovnaném úzkém poměru 1 : 0,13 – 0,14. Naproti tomu výnosy plodin stoupají se stupňovanými dávkami hnojiv pomaleji než odběr K, při širším poměru a ve větším rozpětí 1 : 0,75 – 0,89. Koncentraci NP živin se tedy mění velmi málo, zatímco koncentrace K stoupá. Také na jednotku P stoupá množství odebraného K výrazněji než množství odebraného N.

III. Vliv hnoje, kompostu a průmyslových hnojiv na odběr živin rostlinou v klasickém osevním postupu na řeparské hnědozemí (roční průměr za období 1956–1976) – The effect of dung, compost, and commercial fertilizers on the uptake of nutrients by the plant in the traditional crop rotation on the beet-growing brown forest soil (annual average for the 1956–1976 period)

Varianty hnojení	Odběr živin					
	N		P		K	
	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%
O	125	100	17	100	86	100
	1		0,13		0,69	
N ₁ P ₁ K ₁	147	118	20	120	118	137
	1		0,14		0,80	
N ₂ P ₂ K ₂	166	134	21	127	133	155
	1		0,13		0,80	
Hn	135	108	18	107	102	119
	1		0,13		0,75	
Hn + N ₁ P ₁ K ₁	152	122	20	122	133	155
	1		0,13		0,87	
Hn + N ₂ P ₂ K ₂	168	135	22	131	144	169
	1		0,13		0,86	
Kst	135	109	19	113	101	118
	1		0,14		0,75	
Kst + N ₁ P ₁ K ₁	156	125	21	128	129	151
	1		0,14		0,83	
Kst + N ₂ P ₂ K ₂	166	133	22	134	147	171
	1		0,13		0,89	

Na nejintenzivnější hnojené variantě (Kst + N₂P₂K₂) s největší hroubou produkcí a největším odběrem živin dosahuje spotřeba živin na 1 OJ v ročním průměru za období 1956–1976 2 kg N; 0,27 kg P a 1,80 kg K. Pro porovnání činí tato spotřeba na nehnojených kontrolách 2,06 kg N, 0,28 kg P a 1,42 kg K. Z toho vyplývá, že stupňovaným hnojením se zvýšila významně opět pouze spotřeba K (o 27 %).

VYUŽITÍ DODANÝCH ŽIVIN

Při respektování odběru živin z půdní zásoby využily rostliny dodaný N nejlépe z průmyslových hnojiv. Toto využití stoupá se stupňovanými dávkami N jak při samotné aplikaci průmyslových hnojiv, tak i v organominerálních variantách. Využití N ze statkových hnojiv je o 40–50 % nižší než z dávky N₁P₁K₁ (42 kg N na ha) v průmyslových hnojivech (tab. IV).

IV. Vliv hnoje, kompostu a průmyslových hnojiv na využití živin v klasickém osevním postupu na řeparské hnědozemi (roční průměr za období 1956–1976) — The effect of dung, compost, and commercial fertilizers on the utilization of nutrients in the traditional crop rotation on the beet-growing brown forest soil (annual average for the 1956–1976 period)

Varianty hnojení	Využití dodaných živin (%)		
	N	P	K
O	—	—	—
N ₁ P ₁ K ₁	54	14	32
N ₂ P ₂ K ₂	62	14	33
Hn	29	11	44
Hn + N ₁ P ₁ K ₁	36	11	35
Hn + N ₂ P ₂ K ₂	42	12	33
Kst	34	23	41
Kst + N ₁ P ₁ K ₁	42	14	31
Kst + N ₂ P ₂ K ₂	43	13	34

Naopak využití P ze statkových hnojiv je u Hn jen o 20 % nižší, ale u Kst o 60 % vyšší než z průmyslových hnojiv, u kterých je využití P stejné u obou dávek N. Průmyslová hnojiva také neovlivňují využití P v organominerálních variantách.

Využití dodaného K ze statkových hnojiv je o 30 (Kst) až 40 % (Hn) vyšší než z průmyslových hnojiv, která také toto využití v organominerálních variantách snižují.

VÝROBNÍ EFEKT DUSÍKU

Výrobní efekt dodaného N statkovými hnojivy dosahuje 60 % produktivnosti dávky 42 kg N na ha v průmyslových hnojivech. Se stupňovanými dávkami průmyslových hnojiv výrobní efekt N klesá (tab. V).

V. Vliv hnoje, kompostu a průmyslových hnojiv na výrobní efekt dodaného a odebraného dusíku rostlinou (roční průměr za období 1956–1976) — The effect of dung, compost, and commercial fertilizers on the production effect of nitrogen supplied and nitrogen taken up by the plant (annual average for the 1956–1976 period)

Varianty hnojení	Výrobní efekt (OJ na kg N)		
	dodaného N	rostlinami odebraného N	přírůstky odběru N
O	—	0,49	—
N ₁ P ₁ K ₁	0,34	0,51	0,62
N ₂ P ₂ K ₂	0,28	0,48	0,45
Hn	0,22	0,51	0,76
Hn + N ₁ P ₁ K ₁	0,23	0,51	0,64
Hn + N ₂ P ₂ K ₂	0,20	0,48	0,47
Kst	0,20	0,49	0,58
Kst + N ₁ P ₁ K ₁	0,24	0,50	0,56
Kst + N ₂ P ₂ K ₂	0,21	0,49	0,51

Výrobní efekt odebraného N rostlinou je při porovnání všech variant hnojení, včetně nehnojených kontrol, velmi vyrovnaný (tab. V). Pohybuje se v minimálním rozpětí -2 až $+4$ %, když VRE_N na nule je 100 %.

Naopak výrobní efekt přírůstku odběru N kolísá ve větším rozpětí a klesá se stupňovanými dávkami živin. Tato produktivnost N je v negativní korelaci s využitím dodaného N. Čím vyšší je využití dodaného N, tím nižší je výrobní efekt přírůstku odběru N.

DISKUSE

Systematická péče o půdní úrodnost v různých ekologických podmínkách je zásadním předpokladem pro dokonalejší využívání reprodukční schopnosti plodin (Duchovní, 1948). Zvoleným systémem organominerálního hnojení na bázi hnoje a kompostu z chlévské mrvy a zeminy, osevním postupem s vysoce produktivní vojtěškou a vhodnou agrotechnikou jsme dokázali i na úrodné ruzyňské hnědozemí zvýšit produktivnost půdy a také reprodukční schopnost rostlin. Za dvacetileté období jsme zvýšili hrubou rostlinnou produkci téměř dvojnásobně. V souladu s mnoha autory (Andel, 1975; Fetcu, 1973; Kolbe, Stumpe, 1967 aj.) jsme potvrdili významnou účinnost hnoje (17 % organických látek; 0,56 % N; 0,14 % P; 0,58 % K) a kompostu (14 % organických látek; 0,45 % N; 0,12 % P; 0,52 % K) jako zdroje živin a organických látek v osevním postupu. Podobně jako Růther (1963), Škarda (1963a, b, 1973), Lehne, Schösser (1966), Getmanec et al. (1973), Kilčevskij a Kamyšev (1976) a další jsme prokázali také efektivnost společného hnojení statkovými a průmyslovými hnojivy. Statková

hnojiva v průměrné roční dávce 6,4–6,6 t ha⁻¹ zvýšila účinnost střední dávky průmyslových hnojiv (N₁P₁K₁) o 25 %.

Kvalitní agrotechnika a dobře vyhnojená půda, kterou jsme za 20 let trvání pokusu obohatili o 21 t ha⁻¹ organických látek, byla také předpokladem dobrého příjmu živin rostlinami. Se zvyšujícími se dávkami živin stoupal odběr velmi rovnoměrně. Zvláště významný byl vysoce vyrovnaný poměr odebraných živin, především N:P, který se pozitivně odrazil i ve velmi dobrém výrobním efektu odebraného N. Využití N u hnoje a kompostu se pohybovalo kolem 30–35 %, jak podobně uvádějí již dříve např. Roemer a Scheffer (1957). Statková hnojiva dosáhla (v souladu s poznatky mnoha autorů) ve využití N v průměru 50–60 % účinnosti průmyslových hnojiv.

Pro všechny tyto výše zmíněné vlastnosti zůstává hnůj s lehce rozložitelnou organickou hmotou i kompost z chlévské mrvy a zeminy se stabilizovanými organickými látkami a organicky vázanými živinami v roční dávce 6–7 t ha⁻¹ základním hnojařským opatřením soustavy hnojení na řepařské hnědozemi.

Literatura

- ANDEL, J.: Maštalný hnoj — nedocenený zdroj výživy. *Pôda a úroda*, 22, 1975, č. 11, s. 422–423.
- ANSORGE, H.: Untersuchungen über die Wechselwirkung zwischen Stallmist- und Stickstoffdüngung. *Albrecht-Thaer-Archiv*, 11, 1966, č. 4, s. 299–308.
- DUCHOŇ, F.: Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských. ČAZ, Praha 1948.
- FETCU, I.: Gunoitul de grajd — sursă importă de fertilizare a terenului destinat producerii de furaje. *Farma Intrepring. agric. St.* 25, 1973, č. 2, s. 22–24.
- GETMANEC, A. J. — GNINENKO, N. V. — GUBENKO, V. A.: Rezultaty poluvekovogo sravnitel'nogo izučeniya vlijaniya navoza i mineral'nykh udobrenij na plodorodije moščnogo slabovyščelocennogo černozema i produktivnost' kultur sveklovičnogo sevooborota. Vlijanie dlitel'nogo primeneniya udobrenij na plodorodije počvy i produktivnost' sevooborotov. Vyp. 4, Moskva, Kolos, Trudy VASCHNIL, 1973, s. 153–222.
- KEMENESY, E.: A különböző trágyanemek hatásának vizsgálata vetésforfos tatambisérletekben. *Iregszemcse bulletin — Dél. Mez. Kis. Int. Köz.*, 2, 1962, č. 1, s. 5–13.
- KILČEVSKIJ, A. L. — KAMYŠEV, J. N.: Dejstvije i posledejstvije navoza i mineral'nykh udobrenij na urožaj sacharnoj svekly i jarovoj pšenicy na vyšcelocennom černozeme. *Agrochimija*, 1, 1976, s. 88–91.
- KOLBE, G. — STUMPE, H.: Die Wirkung verschieden gelagerten Stallmiste auf Pflanzenenertrag und Bodeneigenschaften. 1. Mitteilung: Erträge und Stickstoffentzüge. *Albrecht-Thaer-Archiv*, 11, 1967, s. 947–962.
- LEHNE, I. — SCHÖSSER, H.: Die Wirkung von Stalldung und Gründüngung auf Ertrag und Humusgehalt eines anlehmgigen Sandbodens. *Wissenschaftlich. Ztschr. der Karl-Marx. Univ. Leipzig*, 1, 1966, s. 31–37.
- LÖBL, F. — NOVÁK, B.: Vliv organického hnojení na výnosy plodin v různých klimatických a půdních podmínkách. *Rostl. Výroba*, 11, 1965, č. 4, s. 397–408.
- NOVÁK, B. — KÁŠ, V. et al.: Obohacování půdy humusem. Praha 1961.
- ROEMMER, T. — SCHEFFER, F.: Lehrbuch des Ackerbaues. Berlin, Hannover 1957.
- RÜTHER, F.: Auswirkungen von Stallmist, Stroh und Handelsdüngern auf die Ertragsleistung und einige chemische Fruchtbarkeitseigenschaften des Bodens in Dikopshof und Poppelsdorf. Bonn. Inst. Pflbau Rhein. Friedrich-Wilhelms-Univ. [Dis.], 1963, 77 s.

SCHMID, G.: Einfluß verschiedener organischer Dünger auf Bodenzustand und Pflanzenenertrag. *Bodenkultur A.*, 13, 1962, č. 2, s. 118-132.

SPECHT, G.: Wirkung und gegenseitige Ergänzung organischer und mineralischer Düngung auf Sandböden. *Albrecht-Thaer-Archiv*, 12, 1968, č. 5/6, s. 513-524.

ŠKARDA, M.: Vliv statkových hnojiv na výnosy plodin v osevním postupu. *Rostl. Výroba*, 9, 1963a, č. 3-4, s. 253-270.

ŠKARDA, M.: Působení statkových hnojiv na výrobnost osevního postupu. *Rostl. Výroba*, 9, 1963b, č. 11, s. 1173-1192.

ŠKARDA, M.: Vliv klasických statkových hnojiv na půdu a rostlinu v osevním postupu při různém minerálním hnojení. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV - ÚVR 1973.

Došlo dne 3. 5. 1977

ПАРЖИЗЕК, И. — ВАХА, Й. — ШКАРДА, М. (Институт питания растений, Научно-исследовательские институты растениеводства, Прага - Рузыне): Длительное действие навоза и компоста на свекловодческом буроземе. *Rostl. Výroba* 23, 1977 (9) : 933-942.

Многолетний полевой опыт, который проводился в Праге - Рузыне в течение 20 лет, доказал важное влияние систематической заботы о почвенном плодородии на повышение производительности свекловодческого бурозема. За этот период валовая продукция возросла в два раза. В этом повышении участвуют 35 % соблюдаемый севооборот с высокопродуктивной люцерной и основная агротехника и 65 % органо-минеральное удобрение на базе навоза и компоста. Эти местные удобрения, действия которых сравнительно выравнены, в среднегодовой дозе 6—7 т га⁻¹ повысили производительность почвы на 12 %, с минеральной подкормкой — на 32 %. Одновременно улучшилось действие минеральных удобрений на 25 %. Использование внесенных питательных веществ в местных удобрениях достигает 30—35 % у азота, 10—25 % у Р и 40—45 % К при учете выноса НРК — питательных веществ из почвенного запаса. Эффект продукции усвоенного азота составляет 0,50 о.е. на га. Среднегодовое потребление на 1 о.е. при органо-минеральном удобрении за период 1956—1976 гг. составляет 2 кг азота, 0,27 кг Р и 1,8 кг К. Использование внесенного азота из местных удобрений достигает 50—60 %, Р 80—160 % и 130—140 % К из минеральных удобрений при одинаковом производственном эффекте растениями вынесенного азота.

бурозем; севооборот; навоз; компост; валовая продукция; выход сухой массы; усвоение питательных веществ; использование питательных веществ; эффект продукции азота

PAŘÍZEK, I. — VÁCHA, J. — ŠKARDA, M. (Institute of Plant Nutrition, Research Institutes for Crop Production, Praha - Ruzyně): *Long-Term Effectiveness of Dung and Compost on Beet-Growing Brown Forest Soil*. *Rostl. Výroba*, 23, 1977 (9) : 933-942.

A continuous field experiment in Praha - Ruzyně, which has, so far, lasted 20 years, has proved a significant influence of systematic care of soil fertility on the improvement of the productivity of beet-growing brown forest soil. For the 20-year period the gross output has increased to a two-fold level. 35 % of this increase was due to the crop rotation with highly productive lucerne and cultural practices, and 65 % to organomineral fertilization on the basis of dung and compost. Dung and compost, being of about the same effectiveness, raised soil productivity by 12 % in the average annual application rate of 6—7 tons per ha, and mineral dressing by 32 %. At the same time, the effectiveness of commercial fertilizers increased by 25 %. The utilization of nutrients in the farmyard manure reaches 30—35 % in N, 10—25 % in P, and 40—45 % in K, the uptake of NPK from the soil reserve being considered in the calculation. The production effect of up-taken N is 0.50 grain units per ha. The average annual consumption per 1 grain unit is 2 kg N, 0.27 kg P and 1.8 kg K in organomineral fertilization for the 1956—1976 period. The rate of the utilization of N from farmyard manure amounts to 50—60 %, P to 80—160 %, and K to 130—140 % of the rate of the utilization of these nutrients from commercial fertilizers, the production effect of nitrogen taken up by the plants being the same.

brown forest soil; crop rotation; dung; compost; gross production; dry matter yield; nutrient uptake; nutrient utilization; production effect of nitrogen

Adresa autorů:

Ing. Ivan Pařízek, Josef Vácha, ing. Milan Škarda, CSc., Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

ÚČINNOST KAŽDOROČNÍHO HNOJENÍ KEJDOU V OSEVNÍM POSTUPU

M. Škarda, J. Jokešová, I. Pařízek

ŠKARDA, M. — JOKEŠOVÁ, J. — PAŘÍZEK, I. (Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Účinnost každoročního hnojení kejdou v osevním postupu*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 943-952.

Ve 12 polních pokusech na 6 stanovištích geografické sítě pokusných stanic v ČSR prokázalo každoroční hnojení kejdou skotu a prasat, při průměrné dávce 16–99 t ha⁻¹ (60–600 kg N na ha) k jednotlivým plodinám, za období 1972–1976, že z hlediska hrubé rostlinné produkce, odběru živin, výrobního a výnosového efektu odebraného dusíku rostlinami může v osevním postupu se 100 % pícnin nebo s 50–100 % zrnin nahradit ekvivalentní dávky průmyslových hnojiv. Hnojení kejdou zvýšilo hrubou produkci v osevním postupu s 50–100 % zrnin o 8–15 %, v osevním postupu pícninářském o 23–44 % vůči nehnojeným kontrolám. Účinnost kejdy byla v osevním postupu s 50–100 % zrnin (31 %) nižší než v osevním postupu pícninářském (100 %). V hnojivé účinnosti není významného rozdílu mezi kejdou skotu (97 %) a prasat (100 %). Ve srovnání s kejdou zvýšily ekvivalentní dávky průmyslových hnojiv hrubou rostlinnou produkci v osevním postupu s 50–100 % zrnin jen o 3–4 %, v osevním postupu pícninářském o 11 % vůči kejdě skotu (poškozený porost dočasné louky ve Vysokém n. Jiz.), ale při stejné účinnosti s kejdou prasat. Ohodnotíme-li v průměru účinnost průmyslových hnojiv koef. 100, potom účinnost kejdy dosahuje 96 % (89–102 %). Výrobní a výnosový efekt odebraného dusíku rostlinami je po hnojení kejdou o 11–15 % vyšší než po hnojení průmyslovými hnojivy, při vyrovnanějším odběru živin v množství i poměru.

každoroční hnojení; kejda skotu; kejda prasat; ekvivalentní dávky NPK živin v průmyslových hnojivech; různé půdně klimatické podmínky; hrubá rostlinná produkce; odběr živin; výrobní efekt N; výnosový efekt N; využití N

Každoroční hnojení kejdou skotu a prasat jsme v různých půdně klimatických podmínkách začali prověřovat v roce 1971. Již první dílčí výsledky naznačily, že je to způsob hnojení kejdou nadějný (Š k a r d a, 1974, 1977).

Jeho vyřešení by umožnilo zefektivnit bezstelivové provozy a zvýšit stav hospodářských zvířat na 1 ha z. p. alespoň na potřebných 1,5–2,0 DJ na ha. Přispělo by také ke zmenšení výměry zájmového území pro využití kejdy vůči současněmu dvou až pětiletému cyklu organického hnojení i k úspoře průmyslových hnojiv (Š k a r d a, 1976, 1977).

Každoroční hnojení by zvýhodnilo využití kejdy z velkokapacitních stájí až s 2200 DJ u skotu a 2800 DJ u prasat. Tuto koncentraci hospodářských zvířat již není účelné v podmínkách čs. zemědělství dále zvyšovat (Škarda, 1977).

V této práci předkládáme první pětileté ucelené výsledky s každoročním hnojením kejdou skotu a prasat v osevním postupu z 12 polních pokusů na šesti stanovištích geografické sítě pokusných stanic v ČSR za období 1972–1976.

Tyto výsledky jsme nemohli konfrontovat se zahraničními poznatky, poněvadž jsme se s nimi v literatuře nesetkali.

MATERIÁL A METODY

Stanoviště

V roce 1971 jsme 12 přesných polních pokusů založili na těchto šesti stanovištích:

Místo	Půda	P	K	pH	Hu- mus %	Roční srážky mm	Tep- lota °C	Nadmořská výška m n. m.
		mg na 1000 g						
Pohořelice	písčitohlinitá černozem	98	216	7,8	2,48	393	9,1	180 (KO)
Kroměříž	jílovitohlinitá černozem	41	144	7,2	1,96	480	9,0	220 (ŘO)
Kostelec n. Orł.	písčitohlinitá hnědozem	46	103	6,1	1,96	595	8,3	300 (ŘO)
Třeboň	jílovitohlinitá hnědá půda	10	148	5,6	2,12	604	7,4	433 (BO)
Tachov	písčitohlinitá hnědá půda	29	138	5,1	2,05	490	6,9	515 (BO)
Vysoké n. Jiz.	hlinitá hnědá půda	22	162	4,6	4,12	877	5,9	650 (HO)

Hnojení

Kejdou skotu (KjS) a prasat (KjP) hnojíme v obou osevních postupech každoročně ke všem plodinám. Pro jednotlivé plodiny volíme v závislosti na půdně klimatických podmínkách co nejvhodnější termín aplikace. Kejdu zaoráváme na podzim, zapravujeme do půdy na jaře bez orby, nebo rozstříkujeme na list během vegetace plodin (na oz. pšenici v období před jarní regenerací, na dočasnou louku v době vegetačního klidu, po I. a II. seči, na jetelotrávu zjara a po I. seči). Kejdu aplikujeme jednorázově ke všem plodinám kromě tří dávek na dočasnou louku a dvou dávek na jetelotrávu. Stupňované dávky kejdy (Kj I, II, III) jsme přizpůsobili požadavkům jednotlivých druhů plodin. Stanovili jsme je v kg N na ha v rozpětí 60–600 kg N na ha. Průměrné roční dávky kejdy a živin v kejdě a průmyslových hnojivech jsme souhrnně uvedli v tab. I.

Výrobní oblast: KO = kukuřičná, ŘO = řepařská, BO = bramborářská, HO = horská.

I. Dávky kejdy (Kj), živin v kejdě a průmyslových hnojivech (NPK_E) (roční průměr ze 6 stanovišť za období 1971–1976) — The application rates of slurry, nutrients in slurry and commercial fertilizers (NPK_E) (annual average for 6 sites for 1971–1976)

Hnojení (dávky)	Osevní postup	Kejda skotu			Kejda prasat			Celkem		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
Kejda										
(t ha ⁻¹)	A	25	44	63	16	25	34	21	35	49
	B	32	64	98	33	66	99	33	65	99
N	A	101	180	258	83	117	151	92	149	205
(kg ha ⁻¹)	B	118	236	358	176	332	497	147	284	428
P	A	17	29	41	20	29	42	19	29	42
(kg ha ⁻¹)	B	20	40	61	52	93	146	36	67	104
K	A	116	209	298	29	43	58	73	126	178
(kg ha ⁻¹)	B	112	223	338	60	113	177	86	168	258
NPK _E										
N	A	87	157	226	90	131	172	89	144	199
(kg ha ⁻¹)	B	108	215	331	140	281	421	124	248	376
P	A	18	32	46	22	31	40	20	32	43
(kg ha ⁻¹)	B	22	45	66	34	68	103	28	57	85
K	A	97	167	244	35	47	62	66	107	153
(kg ha ⁻¹)	B	127	256	377	53	106	158	90	181	268

Osevní postup

Na každém ze šesti stanovišť se účinnost každoročního hnojení kejdou sleduje ve dvou osevních postupech: s 50–100 % zrnin (A), se 100 % píce (B):

Rok	Kejda skotu						Kejda prasat					
	Pohořelice		Kroměříž		Vysoké n. Jiz.		Třeboň		Tachov		Kostelec n. Orl.	
	A 100%	B 100%	A 75%	B 100%	A 50%	B 100%	A 100%	B 100%	A 100%	B 100%	A 100%	B 100%
1972	Kz	Ks	Cu	Ks	Kk	Os	B	Ks	B	Br	B	Cu
1973	Kz	Ks	Jč	Ks	O	KK	Pš	Os	Pš	Os	Pš	Os
1974	Jč	Os	B	Os	JT	Os	Jč	DL	Jč	DL	Jč	DL
1975	B	DL	Pš	DL	Ži	DL	B	DL	B	DL	B	DL
1976	Pš	DL	Cu	DL	Br	DL	Pš	DL	Pš	DL	Pš	DL

Legenda: Pš = pšenice ozimá, Jč = ječmen jarní, O = oves, Ži = žito ozimé, B = bob, Cu = cukrovka, Br = brambory, Kz = kukuřice na zrno, Ks = kukuřice na siláž, Os = oves na senáž, KK = krmná kapusta, JT = jetelotráva, DL = dočasná louka

Ekvivalentními dávkami průmyslových hnojiv (NPK_E I, II, III) hnojíme u jednotlivých druhů plodin na každém stanovišti v optimálním termínu aplikace. Výše těchto dávek se podobně jako dávek kejdy řídí obsahem NPK živin v kejdě. Obsah živin v kejdě však na pokusných stanovištích v průběhu času velmi kolísá. Není proto v určitém časovém úseku možné dodržet plán hnojení tak, aby se NPK živiny v dávce kejdy a průmyslových hnojivech kryly (průměrné dávky v tab. I).

Způsob zpracování

Vyhodnotili jsme vliv každoročního hnojení kejdou na hrubou rostlinnou produkci, odběr živin, využití a výrobní efekt (VRE_N) i výnosový efekt (VE_N) odebraného dusíku.

VÝSLEDKY A DISKUSE

HRUBÁ ROSTLINNÁ PRODUKCE

Každoroční hnojení kejdou, v průměrné dávce 21–49 t ha⁻¹ (osevní postup A) a 33–99 t ha⁻¹ (osevní postup B), se při průměrném obsahu 0,40 % N, 0,07 % P, 0,46 % K v kejdě skotu a 0,52 % N, 0,13 % P, 0,18 % K v kejdě prasat na všech pokusných stanovištích plně osvědčilo (tab. II). Potvrzují se tak výsledky ze tří stanovišť (Škarda, 1974).

II. Vliv každoročního hnojení kejdou a průmyslovými hnojivy na hrubou rostlinnou produkci v OJ na ha (roční průměr ze 6 stanovišť za období 1971–1976) — The effect of every-year applications of slurry and commercial fertilizers on gross output in crop production in grain units per ha (annual average for six sites for 1971–1976)

Varianty hnojení	Kejda skotu		Kejda prasat		Celkový průměr	
	osevní postup					
	A	B	A	B	A	B
	OJ na ha					
O	83,5 (100)	35,2 (100)	106,9 (100)	73,8 (100)	95,2 (100)	54,5 (100)
Kj I.	88,3 (106)	43,2 (123)	117,1 (110)	90,9 (123)	102,7 (108)	67,1 (123)
Kj II.	86,7 (104)	48,5 (138)	121,3 (113)	99,4 (135)	104,0 (109)	74,0 (136)
Kj III.	95,3 (114)	47,5 (135)*	122,8 (115)	109,9 (149)	109,1 (115)	78,7 (144)
NPK _E I.	91,9 (110)	48,2 (137)	121,3 (113)	95,3 (129)	106,6 (112)	71,8 (132)
NPK _E II.	93,4 (112)	52,1 (148)	128,9 (121)	101,2 (137)	111,2 (117)	76,7 (141)
NPK _E III.	93,7 (112)	53,5 (152)	125,0 (117)	107,9 (146)	109,4 (115)	80,7 (148)

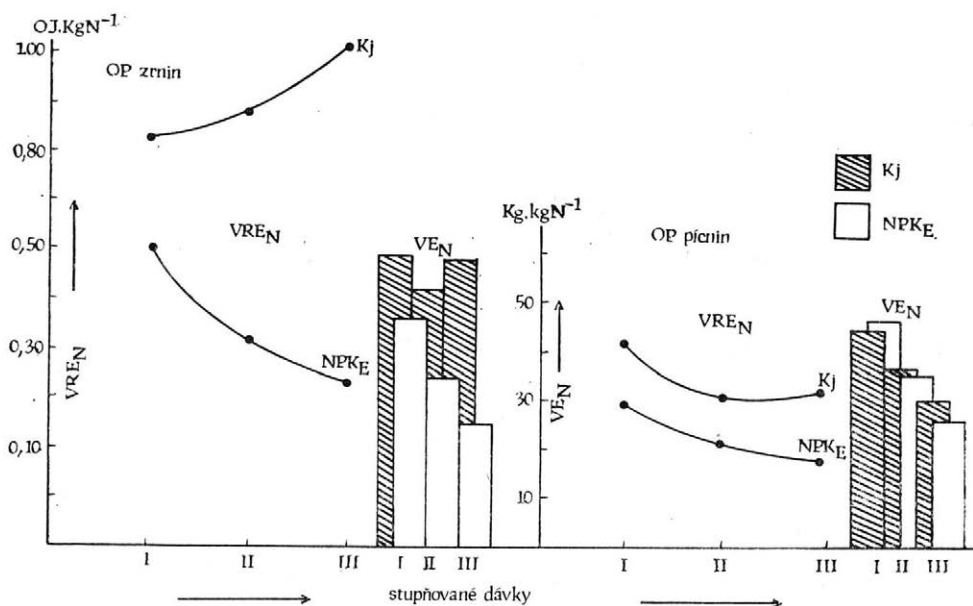
*) poškození porostu na dočasné louce ve Vysokém nad Jizerou

Zvýšení hrubé produkce sleduje trend stupňovaných dávek kejdy. Vůči nehnojeným kontrolám, s nejnižšími hodnotami zvýšila kejda skotu a prasat hrubou produkci v osevním postupu A v průměru o 8–15 % a v osevním postupu B o 23–44 %. Účinnost kejdy je v osevním postupu A (31 %) nižší než v osevním postupu B (100 %). Pícniny, a z nich hlavně

dočasná louka (Š k a r d a et al., 1977), reagují na stupňované dávky kejdy výrazněji než plodiny v osevním postupu s 50–100% zastoupením zrnin (Š k a r d a, 1976, 1977).

Při porovnání relativních hodnot, které jsou v tomto případě nejobjektivnějším ukazatelem, není významného rozdílu v hnojivé účinnosti kejdy skotu (97 %) a prasat (100 %).

V osevním postupu A je účinnost NPK_E hnojení v průmyslových hnojivech jen o 3–4 % vyšší než účinnost kejdy. V osevním postupu B jsme vyšší vliv NPK_E živin na zvýšení hrubé produkce zjistili jen u kejdy skotu (o 11 %). Ve srovnání s kejdou prasat jsme v tomto osevním postupu zvýšení hrubé produkce vlivem NPK_E hnojení neprokázali. Průměrné hodnoty tohoto srovnání jsme uvedli v obr. 1.



1. Vliv stupňovaných dávek kejdy a průmyslových hnojiv (I.–III.) na výrobní (VRE_N) a výnosový (VE_N) efekt zvýšeného odběru N vůči nehnojeným kontrolám v osevním postupu (OP) zrnin a pícein (OJ na kg N, kg na kg N) (roční průměr ze 6 stanovišť za období 1972 až 1976) — The influence of graded slurry application rates and doses of commercial fertilizers (I–III) on the production effect (VRE_N) and yield effect (VE_N) of an increased N uptake, as compared with non-fertilized controls in the cereal and fodder-crop rotation (grain units per kg N, kg per kg N) (annual average for six sites for 1972–1976)

Ohodnotíme-li účinnost NPK_E živin v průměru stupňovaných dávek v obou osevních postupech koeficientem 100, potom kejda dosahuje 96 % této účinnosti. Rozpis těchto hodnot jsme uvedli v tab. III. Toto srovnání dokazuje významnou hnojivou účinnost kejdy skotu a prasat v obou osevních postupech, která se svými hodnotami blíží, je stejná, nebo i lepší než účinnost ekvivalentních dávek průmyslových hnojiv (Š k a r d a, 1976, 1977).

III. Účinnost stupňovaných dávek kejdy v osevních postupech A a B, když účinnost ekvivalentních dávek NPK_E živin v průmyslových hnojivech ohodnotíme koef. 100 — The effectiveness of gradated slurry application rates in crop rotations A and B, the effectiveness of equivalent NPK_E nutrient doses in commercial fertilizers being assigned the value of coefficient 100

Stupňované dávky	Účinnost			
	kejda skotu		kejda prasat	
	osevní postup			
	A	B	A	B
Kj I.	96	90	97	95
Kj II.	93	93	94	98
Kj III.	102	89*)	98	102
Průměr	97	91	96	98

*) ovlivněno poškozením porostu dočasně louky ve Vysokém n. Jiz.

ODBĚR ŽIVIN, VYUŽITÍ A VÝROBNÍ I VÝNOSOVÝ EFEKT DUSÍKU

Hnojení zvýšilo vůči nehnojeným kontrolám odběr všech makroživin (tab. IV). Odběr živin sleduje trend stupňovaných dávek kejdy i ekvivalentních dávek průmyslových hnojiv. Po NPK_E hnojení je odběr všech živin vyšší než po hnojení kejdou (o 4 % u P až 26 % u Na). Odběr NPK živin stoupá po hnojení kejdou rychleji než hrubá produkce (i výnos suché hmoty). Naproti tomu Na, Ca a Mg odběr stoupá pomaleji. Podobnou tendenci zjišťujeme i po NPK_E hnojení. Odběr N je po hnojení kejdou úspornější (nižší koncentrace v rostlině) a ve vyrovnanějším poměru N:P a N:K než po NPK_E hnojení.

IV. Vliv každoročního hnojení kejdou na odběr a poměr živin ($N = 100$) (roční průměr ze všech 12 pokusů za období 1972–1976) — The effect of every-year slurry applications on the uptake and ratios of nutrients ($N = 100$) (annual average for all 12 experiments for the period from 1972 to 1976)

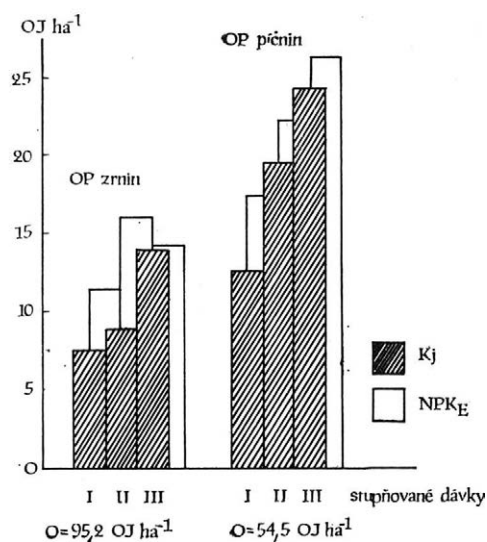
Varianty hnojení	Odběr a poměr živin											
	N		P		K		Na		Ca		Mg	
	kg ha ⁻¹	pom.	kg ha ⁻¹	pom.	kg ha ⁻¹	pom.	kg ha ⁻¹	pom.	kg ha ⁻¹	pom.	kg ha ⁻¹	pom.
O	124	100	19	15	110	88	10	8	37	30	13	10
Kj I.	147	100	23	16	139	95	11	7	39	26	13	9
Kj II.	166	100	25	15	153	92	12	7	39	23	14	8
Kj III.	174	100	27	16	174	100	15	9	42	24	16	9
NPK_E I.	169	100	24	14	154	91	15	9	44	26	16	9
NPK_E II.	200	100	26	13	179	90	16	13	49	25	17	9
NPK_E III.	226	100	27	12	182	81	17	8	48	21	18	8

V osevním postupu B je odběr živin při hnojení kejdou výrazně vyšší než v osevním postupu A. Se stupňovanými dávkami kejdy stoupá rychleji odběr N, K a Na na úkor P, Ca a Mg odběru, na rozdíl od osevního postupu A, ve kterém stoupá odběr všech živin vyrovnaně se stupňovanými dávkami kejdy.

V důsledku vyššího odběru N (o 22 %) je využití dodaného N při NPK_E hnojení vyšší (I. = 100 %, II. = 100 %, III. = 80 %) než při hnojení kejdou (I. = 100 %, II. = 83 %, III. = 60 %).

V. Vliv stupňovaných dávek kejdy a průmyslových hnojiv na výrobní a výnosový efekt odebraného N rostlinami (roční průměr ze 6 stanovišť za období 1972–1976) — The influence of gradated slurry and commercial fertilizer application rates on the production and yield effect of N taken up by the plants (annual average for 6 sites for the period from 1972 to 1976)

Varianty hnojení	Výrobní a výnosový efekt odebraného N							
	osevní postup A				osevní postup B			
	VRE _N		VE _N		VRE _N		VE _N	
	KjS	KjP	KjS	KjP	KjS	KjP	KjS	KjP
	OJ na kg N		kg na kg N		OJ na kg N		kg na kg N	
O	0,58	1,00	62	47	0,32	0,54	68	51
Kj I.	0,55	1,02	61	49	0,34	0,48	64	50
Kj II.	0,52	1,04	60	49	0,33	0,43	56	45
Kj III.	0,53	1,05	50	51	0,33	0,43	56	45
NPK_E I.	0,50	1,00	55	47	0,30	0,45	58	49
NPK_E II.	0,47	0,91	50	43	0,29	0,36	55	43
NPK_E III.	0,46	0,87	51	40	0,25	0,31	47	35



2. Vliv stupňovaných dávek kejdy (Kj I.–III.) a průmyslových hnojiv (NPK_E I.–III.) na zvýšení hrubé rostlinné produkce v osevním postupu (OP) zrnin a pčnin (OJ na ha) (roční průměr ze 6 stanovišť za období 1972–1976) — The effect of gradated slurry application rates (sl. I–III) and doses of commercial fertilizers (NPK_E I–III) on the rise of gross output in the cereal and fodder-crop rotation (grain units per ha) (annual average for six sites for 1972–1976)

Toto zjištění úzce koreluje s produktivností rostlinami odebraného dusíku (tab. V). Při nižším využití dodaného dusíku (85 %) a při vyrovnanějším poměru odebraných živin je výrobní i výnosový efekt N u všech stupňovaných dávek v obou osevních postupech po hnojení kejdou vyšší ($VRE_N + 15 \%$, $VE_N + 11 \%$) než po hnojení průmyslovými hnojivy. Stejněho výsledku dosáhl i výrobní a výnosový efekt zvýšeného odběru N vůči nehnojeným kontrolám (obr. 2).

I tyto ukazatele výživy rostlin prokázaly, že každoroční hnojení kejdou v osevním postupu pícninářském nebo s 50–100 % zrnin může nahradit adekvátní minerální hnojení.

Literatura

ŠKARDA, M.: Der Einfluß gesteigerter Gaben von Rinder- und Schweinegülle mit mineralischer Zusatzdüngung auf die Produktivität von braunen Waldböden und Podsolböden. In: Vědecké práce VÚRV, Praha - Ruzyně, 19, 1974, s. 127-138.

ŠKARDA, M.: Organické hnojení z hlediska ochrany prostředí. Celostátní konference „Vliv chemizace rostlinné výroby na jakost produktů a životní prostředí“. In: Sborník referátů, Dům techniky ČVTS Ostrava, listopad 1976, s. 111-130.

ŠKARDA, M.: Současná technologie výroby a použití organických hnojiv v ČSSR. In: Sborník referátů, Vědecký seminář ČSAZ, 17. II. 1977 (v tisku).

ŠKARDA, M.: Hnojení kejdou v zemědělské velkovýrobě. Celostátní seminář pro Jihomoravský kraj. In: Sborník referátů, ÚV ČVTS a KV ČVTS Brno, 5. 10. 1976.

ŠKARDA, M.: Využití exkrementů hospodářských zvířat. Pracovní materiál FMTIR pro Vládní výbor RVT, 1977.

ŠKARDA, M. — POKORNÝ, V. — JOKEŠOVÁ, J. — PAŘÍZEK, I.: Alljährliche Gülledüngung auf Kleegras und ihre Wirksamkeit. In: Vědecké práce VÚRV, Praha - Ruzyně, 22, 1977 (v tisku).

Došlo dne 3. 5. 1977

ШКАРДА, М. — ЕКЕШОВА, Я. — ПАРЖИЗЕК, И. (Институт питания растений, Научно-исследовательские институты растениеводства, Прага - Рузыне): Эффективность ежегодного удобрения кейдой в севообороте. Rostl. Výroba 23, 1977 (9): 943-952.

В 12 полевых испытаниях в 6 местах произрастания географической сети подопытных станций в ЧСР ежегодное удобрение кейдой крупного рогатого скота и свиней, при среднем количестве 16–99 т га⁻¹ (60–600 кг на га азота) под отдельные культуры, за 1972–1976 гг. доказало, что с точки зрения валовой растительной продукции, усвоения питательных веществ, эффекта производства и выхода усвоенного азота растениями, в севообороте со 100 % кормовых или с 50 % зерновых, может заменить эквивалентные дозы минеральных удобрений. Удобрение кейдой повысило валовую продукцию в севообороте с 50–100 % зерновых на 8–15 %, в севообороте кормовых на 23–44 % по сравнению с неудобренным контролем. Эффективность кейды в севообороте с 50–100 % зерновых (31 %) была ниже, чем в севообороте травосеяния (100 %). Не было значительного различия в эффективности между кейдой крупного рогатого скота (97 %) и свиней (100 %). По сравнению с кейдой эквивалентные дозы минеральных удобрений повысили валовую растительную продукцию в севообороте с 50–100 % зерновых только на 3–4 %, в севообороте кормовых — на 11 % по сравнению с кейдой крупного рогатого скота (поврежденный травостой на временном лугу в Высоком н. И.), однако при одинаковой эффективности с кейдой свиней. Если же в среднем оценим эффективность минеральных удобрений коэф. 100, потом эффективность кейды достигает 96 % (89–102 %). Эффект производства и выхода усвоенного азота растениями после удобрения кейдой на 11–15 %

выше, чем после удобрения минеральными удобрениями, при более выравненном усвоении питательных веществ по количеству и отношению.

ежегодное удобрение; кейда крупного рогатого скота; кейда свиней; эквивалентные дозы NPK питательных веществ в минеральных удобрениях; разные почвенные климатические условия; валовая растительная продукция; усвоение питательных веществ; эффект производства азота; эффект выхода азота; использование азота

ŠKARDA, M. — JOKEŠOVÁ, J. — PAŘÍZEK, I. (Institute of Plant Nutrition, Research Institutes for Crop Production, Praha - Ruzyně): *Effectiveness of Every-Year Applications of Slurry in the Crop Rotation System*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 943-952.

In 12 field experiments performed at 6 sites of the geographical network of experimental stations in the Czech Socialist Republic, cattle and pig slurry was used for manuring different crops at the average rate of 16-99 tons per ha (60-600 kg N per ha) in the period from 1972 to 1976. It was proved that in a crop rotation with 100 % of fodder crops or with 50 %-100 % of cereals the use of slurry can replace equivalent doses of commercial fertilizers. Slurry manuring increased gross production in the rotation with 50-100 % cereals by 8-15 %, in the fodder-crop rotation by 23-44 %, in comparison with the unmanured controls. The effectiveness of slurry in the rotation with 50-100 % cereals (31 %) was lower than in the fodder-crop rotation (100 %). As to manuring effectiveness, there is no significant difference between cattle slurry (97 %) and pig slurry (100 %). Equivalent doses of commercial fertilizers increased gross output from crop production just by 3-4 % in the rotation with 50-100 % cereals and by 11 % in the fodder-crop rotation, as compared with cattle liquid manure (damaged stand of temporary meadow at Vysoké nad Jiz.), but in comparison with pig slurry their effectiveness was the same. If the average effectiveness of commercial fertilizers is assigned coefficient 100, then the effectiveness of slurry is 96 % (89-102 %). The production and yield effect of nitrogen taken up by the plants is higher by 11-15 % after slurry manuring than after the application of commercial fertilizers and the amount and ratio of nutrient uptake were in a better balance.

every-year fertilization; cattle slurry; pig slurry; equivalent doses of NPK nutrients in commercial fertilizers; different soil and climatic conditions; gross output in crop production; nutrient uptake; production effect of nitrogen; yield effect of nitrogen; utilization of nitrogen

ŠKARDA, M. — JOKEŠOVÁ, J. — PAŘÍZEK, I. (Institut für Pflanzenernährung, Forschungsinstitute der Pflanzenproduktion, Praha - Ruzyně): *Wirksamkeit alljährlicher Gülledüngung in der Fruchtfolge*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 943-952.

In 12 Feldversuchen auf sechs Standorten des geographischen Netzes der Versuchstationen in der ČSR, nachwies alljährliche Düngung mit Rinder und Schweinegülle bei einer mittleren Gabe von 16-99 t ha⁻¹ (60-600 kg N ha⁻¹) in der Zeitperiode 1972-1976, daß sie in einer Fruchtfolge mit 100 % Futterpflanzen oder mit 50-100 % Getreidekulturen vom Hinblick der Rohpflanzenproduktion, der Nährstoffentnahme, ferner des Produktions- und Ertragseffektes des von den Pflanzen entnommenen Stickstoffs äquivalente Handelsdüngergaben ersetzen kann. Die Düngung mit Gülle erhöhte im Vergleich zu den ungedüngten Kontrollvarianten in einer Fruchtfolge mit 50-100 % Getreidekulturen die Rohproduktion um 8-15 % und in einer Futterpflanzen-Fruchtfolge um 23-44 %. Die Wirksamkeit der Gülle war in der Fruchtfolge mit 50-100 % Getreidekulturen niedriger (31 %) als in der Futterpflanzen-Fruchtfolge (100 %). In der Düngungswirksamkeit ist kein bedeutender Unterschied zwischen der Rinder (97 %) und der Schweinegülle (100 %). Im Vergleich zur Gülle wurde durch äquivalente Handelsdüngergaben die Bruttopflanzenproduktion in der Fruchtfolge mit 50-100 % Getreidekulturen nur um 3-4 %, in der Futterpflanzen-Fruchtfolge um 11 % im Vergleich zur Rindergülle erhöht (beschädigter Bestand der zeitweiligen Wiese in Vysoká n. Jiz.), jedoch bei derselben Wirksamkeit mit der Schweinegülle. Falls wir die Wirksamkeit der Handelsdünger im Mittel mit dem Koeffizient 100 bewerten, erreicht die Wirksamkeit der Gülle 96 % (89-102 %). Der Produktions- und Ertragseffekt des entnommenen Stickstoffs durch die Pflanzen

ist nach der Gölledüngung um 11–15 % höher als nach der Mineraldüngung bei einer ausgeglichener Nährstoffentnahme in bezug auf die Menge und auf das Verhältnis.

alljährliche Düngung; Rindergülle; Schweinegülle; äquivalente Gaben der NPK-Nährstoffe in Handelsdüngern; verschiedene boden-klimatische Verhältnisse; Rohpflanzenproduktion; Nährstoffentnahme; N-Produktionseffekt; N-Ertragseffekt; N-Verwertung

Adresa autorů:

Ing. Milan Škarda, CSc., ing. Jana Jokešová, ing. Ivan Pařízek, Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

J. Leština

LEŠTINA, J. (Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Vliv kejdy na zaplevelenost polí*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 953-958. V jednoletém exaktním polním pokuse na hnědé půdě oglejené, jílovitohlinité byl prověřován vliv kejdy skotu a prasat na počet vzešlých plevelů po zasetí ozimé pšenice. Nejvíce pomáhala zaplevelovat kejda skotu. Zaplevelení kejdou prasat zůstalo na úrovni zaplevelení kontrolní nehnojené varianty. Dávky průmyslových hnojiv výskyt plevelů omezovaly. kejda; plevel; počet plevelů po hnojení kejdou

Společenstvo rostlin na polích bylo po celou éru zemědělské činnosti člověka provázáno usměrňováním. Nežádoucí plevelé bývaly často limitujícím faktorem úspěšnosti pěstování kulturních rostlin. Pokud plevelů rostlo mnoho, pak přinášely hlad a nejistotu, a pokud bylo těchto nežádoucích konkurentů méně, dovoľovaly příznivý rozvoj kulturních plodin. Plevelé jsou na našich polích v různém množství i skladbě a všeobecně snižují efekt pěstování i dnes. Hron (1974) poukazuje na to, že odplevelení našich půd je možno řešit pouze experimentálním studiem v návaznosti na běžnou agrotechniku kulturních rostlin.

Vliv organických hnojiv na možné nebezpečí zaplevelení je znám již déle. Bohaté příklady jsou u mnoha autorů. Stačí jmenovat např. Wehsarga (1954), Káše (1956), Duchoně, Hampla (1959), Hrona, Vodáka (1959), Kotta (1961) aj. Tito autoři však vesměs kalkulují s chlévskou mrvou, kde účast podestýlky i tehdejší systém krmení hospodářských zvířat včetně přípravy krmiv umožňoval rozvoj plevelů semenným materiálem obsaženým v krmivech a podestýlce.

Hnojení kejdou skotu i prasat přináší nové kvalitativní faktory do půdního prostředí. Možnost zaplevelení půdy v souvislosti s použitím kejdy ke hnojení sledoval Rieder (1966a). Zjistil, že klíčení všech semen je provázáno prodlevou a připomíná, že konečná klíčovost nebyla u všech druhů plevelů a ve všech případech stejně ovlivněna. V jeho pokusech k potlačování klíčení a vzcházení nedošlo. Také Pokorná (1973) pozorovala jisté inhibiční účinky na klíčení a vzcházení.

Zvýšenou pozornost je třeba podle Riedera (1966b) věnovat čpavku. V této souvislosti se jmenovaný autor odvolává na práce Rademachera a Ozolinše (1952), Maysera (1954), Rademachera a Kiewnicka (1964). Charakterizuje vztah čpavku kejdy k semenům v půdě ze dvou hledisek. Na jedné straně čpavek kejdy

působí nepříznivě a jako faktor brzdí proces klíčení. Na druhé straně však čpavek působí příznivě svým obsahem dusíku a podporuje tedy proces klíčení.

MATERIÁL A METODY

Pokus byl založen na pracovišti VÚRV, Praha - Ruzyně, v Břilicích u Třeboně v roce 1976.

Plodina: ozimá pšenice

Předplodina: ozimá pšenice

Pokusný pozemek: hnědá půda oglejená, jílovitohlinitá s mírnou expozicí k jihu a vyšší hladinou spodní vody

Přehled variant pokusu:

A ₁ C ₁	A ₁ C ₂	A ₁ C ₃	A ₁ C ₄
A ₂ C ₁	A ₂ C ₂	A ₂ C ₃	A ₂ C ₄
A ₃ C ₁	A ₃ C ₂	A ₃ C ₃	A ₃ C ₄
A ₄ C ₁	A ₄ C ₂	A ₄ C ₃	A ₄ C ₄
A ₅ C ₁	A ₅ C ₂	A ₅ C ₃	A ₅ C ₄
A ₆ C ₁	A ₆ C ₂	A ₆ C ₃	A ₆ C ₄
A ₇ C ₁	A ₇ C ₂	A ₇ C ₃	A ₇ C ₄

Faktor A — druh hnojiva

A₁ — kejda mladého skotu

A₂ — kejda prasat ve výkrmu

A₃ — kejda krav

A₄ — kejda prasnic

A₅ — kejda telat

A₆ — plné minerální hnojení

A₇ — kontrola

Faktor C — dávky kejdy (tab. I)

I. Faktor C — dávky kejdy — Factor C — slurry application rates

Faktor	Pšenice (kg N na ha)
C ₁	80
C ₂	160
C ₃	240
C ₄	320

Jednotlivé druhy kejdy použité ke hnojení byly rozborovány na obsah plevelných semen a byly zjištěny negativní výsledky.

Dávky živin u varianty A₆ — pšenice uvádí tab. II.

K dodání živin na variantě A₆ byl použit superfosfát, draselná sůl a ledek amonný s vápencem.

Velikost parcel: hrubá 3 × 2 m = 6 m², sklízňová 2 × 1 m = 2 m².

II. Dávky živin u varianty A₆ — pšenice — The application rates of nutrients in variant A₆ — wheat

Varianta	N v kg ha ⁻¹	P v kg ha ⁻¹	K v kg ha ⁻¹
A ₆ C ₁	80	44	99,6
A ₆ C ₂	160	88	199,2
A ₆ C ₃	240	132	298,8
A ₆ C ₄	320	176	398,4

Počet plevelů byl zjišťován na čtyřech náhodných místech každé sklizňové parcely po 0,25 m², tj. celkově plocha 1 m² každé parcely. Počet zachycuje pouze výskyt semenných plevelů.

VÝSLEDKY

Kejdou i průmyslovými hnojivy bylo hnojeno 14 dnů před provedeným setím. Pšenice byla zaseta 28. září do půdy v příznivé vlhkosti a struktuře. Výsledky byly získány odpočtem provedeným 23. září 1976 (tab. III–VI). Vzcházení plevelů a ozimé pšenice probíhalo rovnoměrně po celé ploše pokusného pole.

III. Počet plevelů na 1 m² v ozimé pšenici 23. 10. 1976 — The number of weed plants per 1 m² in winter wheat — October 23, 1976

Varianta	Opakování				$\bar{x}$
	a	b	c	d	
A ₁ C ₁	185	158	136	456	233,75
A ₂ C ₁	359	201	263	303	281,50
A ₃ C ₁	196	134	393	264	246,75
A ₄ C ₁	187	372	212	241	253,00
A ₅ C ₁	151	263	171	214	199,75
A ₆ C ₁	256	346	326	234	290,50
A ₇ C ₁	258	280	155	185	219,50
A ₁ C ₂	280	366	408	413	366,75
A ₂ C ₂	488	395	160	204	311,75
A ₃ C ₂	321	451	305	400	369,25
A ₄ C ₂	300	306	351	313	317,50
A ₅ C ₂	375	341	400	424	385,00
A ₆ C ₂	231	403	414	187	308,75
A ₇ C ₂	350	203	458	195	301,50
A ₁ C ₃	169	482	390	395	359,00
A ₂ C ₃	212	342	227	230	252,75
A ₃ C ₃	171	560	324	239	323,50
A ₄ C ₃	288	312	135	331	266,50
A ₅ C ₃	387	419	392	295	373,25
A ₆ C ₃	105	171	170	224	167,50
A ₇ C ₃	315	299	295	211	280,00
A ₁ C ₄	279	474	446	246	361,25
A ₂ C ₄	229	307	131	252	229,75
A ₃ C ₄	483	466	262	377	397,00
A ₄ C ₄	319	184	292	272	267,50
A ₅ C ₄	320	493	430	341	396,00
A ₆ C ₄	50	119	144	109	105,50
A ₇ C ₄	291	208	371	357	306,75
$\bar{x}$	269,82	323,39	291,57	282,57	

IV. Počet plevelů na 1 m² v ozimé pšenici 23. 10. 1976 — The number of weed plants per 1 m² in winter wheat — October 23, 1976

Proměnlivost	SČ	ν	s^2	F
Vlivem opakování	43 858,8	3	14 619,60	1,768
Vlivem faktoru A	189 958,7	6	31 659,78	3,829 ⁺⁺
Vlivem faktoru C	115 965,9	3	38 655,30	4,675 ⁺⁺
Vlivem interakce A × C	248 013,7	18	13 778,54	1,667
Reziduálně	669 680,2	81	8 267,66	—
Celková	11 267 473,3	111	—	—

$$F_{0,05}(\nu_1 = 3; \nu_2 = 81) = 2,72 \quad F_{0,01}(\nu_1 = 3; \nu_2 = 81) = 4,04$$

$$F_{0,05}(\nu_1 = 6; \nu_2 = 81) = 2,21 \quad F_{0,01}(\nu_1 = 6; \nu_2 = 81) = 3,04$$

$$F_{0,05}(\nu_1 = 18; \nu_2 = 81) = 1,68 \quad F_{0,01}(\nu_1 = 18; \nu_2 = 81) = 2,06$$

V. Průměrný počet plevelů na 1 m² pod vlivem použitého hnojiva u pšenice ozimé 23. 10. 1976 — The average number of weeds per 1 m², as affected by the manure and fertilizers applied to winter wheat — October 23, 1976

Varianta	Počet plevelů na 1 m ²	Přírůstek počtu plevelů v % vůči kontrole (A ₇)
A ₁	330,2	19,2
A ₂	268,9	— 2,9
A ₃	334,1	20,7
A ₄	276,1	— 0,3
A ₅	338,5	22,2
A ₆	218,1	— 21,3
A ₇	276,9	0,0

VI. Průměrný počet plevelů na 1 m² pod vlivem použitých dávek živin u pšenice ozimé 23. 10. 1976 — The average number of weeds per 1 m², as affected by the application rates of nutrients used for winter wheat manuring — October 23, 1976

Varianta	Počet plevelů na 1 m ²	Zvýšení počtu plevelů v % proti dávce hnojiv C ₁
C ₁	246,4	0,0
C ₂	337,2	36,9
C ₃	288,9	17,2
C ₄	294,8	19,6

Použité druhy hnojení (faktor A) se na docíleném počtu plevelů podílely statisticky vysoce významně ($F = 3,829^{++}$). Statisticky vysoce významné rozdíly byly zjištěny mezi faktory A₁ a A₆; A₃ a A₆; A₅ a A₆. Mezi ostatními faktory nebyly získány statisticky významné rozdíly. Nejméně plevelů narostlo na parcelách hnojených průmyslovými hnojivy

(A₆). Naopak nejvyšší přírůstek v zaplevelení vyvolaly všechny druhy kejdy skotu (A₁, A₃, A₅). Zaplevelení kontrolních nehnojených parcel (A₇) bylo totožné se zaplevelením parcel, kde byla použita kejda prasat (A₂, A₄).

Vliv použitých dávek (faktor C) na výskyt plevelů projevil se rovněž jako vysoce významný ($F = 4,675^{++}$). T testem (tab. VII) bylo prokázáno,

VII. T-test pro faktor A a C — T-test for factor A and C

	$\bar{X}_{1c}$	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
C ₁	246,3929	—	90,8214 ⁺⁺	42,5357	48,4285
C ₂	337,2143		—	48,2857	37,3929
C ₃	288,9286			—	5,8928
C ₄	294,8214				—

$$s_{dc} = \sqrt{\frac{2s^2r}{n \cdot g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 8267,66}{4 \cdot 7}} = 24,3012$$

$$D_{min_{0,05}} = t_{0,05}(\nu = \nu_r) \cdot s_d = 2,994 \cdot 24,3012 = 72,7578$$

$$D_{min_{0,01}} = t_{0,01}(\nu = \nu_r) \cdot s_d = 2,680 \cdot 24,3012 = 65,1272$$

	$\bar{X}_{1A}$	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇
A ₁	330,1875	—	61,2500	3,9375	54,0625	8,3125	112,1250 ⁺⁺	53,2500
A ₂	268,9375		—	65,1875	7,1875	69,5625	50,8750	8,0000
A ₃	334,1250			—	58,0000	4,3750	116,0625 ⁺⁺	57,1875
A ₄	276,1250				—	62,3750	58,0625	0,8100
A ₅	338,5000					—	120,4350 ⁺⁺	61,1250
A ₆	218,0625						—	58,8750
A ₇	276,9375							—

$$s_{dA} = \sqrt{\frac{2s^2r}{n \cdot p}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 8267,66}{4 \cdot 4}} = 32,1474$$

$$D_{min_{0,05}} = t_{0,05}(\nu = \nu_r) \cdot s_d = 2,994 \cdot 32,1474 = 96,249$$

$$D_{min_{0,01}} = t_{0,01}(\nu = \nu_r) \cdot s_d = 2,680 \cdot 32,1474 = 86,155$$

že statisticky vysoce významný rozdíl je jen mezi dávkami C₁ ($\bar{X} = 246,4$ plevelů na 1 m²) a C₂ ($\bar{X} = 337,2$ plevelů na 1 m²); což představuje zvýšení a zaplevelení o 36,9 % u dávky C₂. U dávky C₃ a C₄ oproti dávce C₂ byla již evidentní tendence poklesu zaplevelení.

DISKUSE

Dosažené výsledky o počtu jednotlivých semenných plevelů potvrzují vliv kejdy skotu a prasat na zaplevelení a potvrzují údaje z literatury o vlivu stájových hnojiv na zaplevelení. Získané změny o zaplevelení jsou vý-

sledkem působení prostředí kejdy na půdní tělo a zásobu živých semen plevelů v něm.

Prodleva v klíčení a vzcházení plevelů se neprojevila. To nesouhlasí s informacemi poskytnutými Riederm (1966a, b) a Pokornou (1973). Kejda skotu napomáhá zaplevelovat pole více než kejda prasat. Naopak po pohnojení průmyslovými hnojivy je situace opačná a výskyt plevelů je omezován.

Výše zaplevelení kulminovala při 160 kg na ha dodaných kejdou a s dalším zvyšováním dávek měla klesající tendenci. Přesto však nejvyšší stupeň zaplevelení je přibližně v mezích agrotechnicky odůvodněných dávek kejdy kulturním rostlinám. V praktických podmínkách provozu to bude vyžadovat stálou agrotechnickou péči porostům kulturních plodin.

Literatura

DUCHOŇ, F. — HAMPL, A.: Agrochemie. 1959.

HRON, F. — VODÁK, A.: Polní plevele a boj proti nim. 1959.

HRON, F.: Soustava hubení plevelů v zemědělství. Horizont, 1974.

KÁŠ, V.: Přenášení plevelů statkovými hnojivy. Za socialistické zemědělství, 1956, č. 4.

KOTT, S.: Sornye rastenija i borba s nimi. Moskva, 1961, 365 s.

POKORNÁ, J.: Funkce organické hmoty v půdě a způsob jejího přívodu a využití v zemědělské výrobě. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1973.

RIEDER, G.: Der Einfluß des Schwemmistes auf die Unkrautverbreitung und die Anwendung der Tetrazolium — Methode bei Unkrautsamen. Diss. Hohenheim, 1966a, 119 s.

RIEDER, G.: Der Einfluß des Schwemmistes auf die Keimfähigkeit von Unkrautsamen. Z. Pflkrankh. PflPath. PflSchutz, 73, 1966b, s. 670-685.

WEHSARG, O.: Ackerunkräuter, Berlin 1954.

Došlo dne 4. 5. 1977

ЛЕШТИНА, Я. (Институт питания растений, Научно-исследовательские институты растениеводства, Прага - Ружыне): Влияние кейды на засоренность полей. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 953-958.

V jednoletém точном полевым опыте на бурой оглеенной почве илисто-глинистой проверялось влияние кейды крупного рогатого скота и свиней на число взошедших сорняков после высева озимой пшеницы. Больше всего засоренность вызывала кейда крупного рогатого скота. Засоренность кейдой свиней оставалась на уровне засоренности контрольного неудобренного варианта. Дозы минеральных удобрений ограничивали появление сорняков. кейда; сорняки; число сорняков после удобрения кейдой

LEŠTINA, J. (Institute of Plant Nutrition, Research Institutes for Crop Production, Praha - Ruzyně): The Effect of Slurry on the Weed Infestation of Fields. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 953-958.

A one-year exact field experiment was performed on pseudogley clay-loam brown forest soil to test the effect of cattle and pig slurry on the number of weed plants emerged when winter wheat had been sown. Cattle slurry encouraged weed infestation whereas pig slurry left the rate of weed infestation at the same level as in the control variants. The application of commercial fertilizers reduced weed infestation of the fields.

slurry; weeds; number of weeds after slurry application

Adresa autora:

Ing. Jan Leština, Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

PŘÍSPĚVEK K REKULTIVACI SLOŽIŠŤ ELEKTRÁRENSKÉHO POPÍLKU HNOJENÍM KEJDOU

V. Petříková

PETŘÍKOVÁ, V. (Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Příspěvek k rekultivaci složišť elektrárenského popílku hnojením kejdou*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 959-966.

Ve dvouletých nádobových pokusech jsme sledovali vliv hnojení kejdou prasat, skotu a drůbeže na tvorbu výnosů zelené hmoty kukuřice, pěstované ve složištním elektrárenském popílků. Popílek jsme vyhnojili dvakrát, tj. v 1. a ve 2. vegetačním roce, podle jednotného systému a během každého ročníku jsme sklídili dvě za sebou zaseté kukuřice. Zjistili jsme, že kejdy se vyznačují vysokou hnojivou účinností a jsou tak velice perspektivním rekultivačním opatřením na složišti elektrárenských popílků. Výrazně zvyšují výnosy kukuřice, oproti nehnojené kontrole více než desateronásobně. Nejlépe se uplatnila kejda drůbeže, ale rovněž kejda prasat i skotu ovlivnila významně přírůstky výnosů. Pro zajištění rostoucího výnosového trendu, který je cílem rekultivace, se osvědčila vyšší intenzita hnojení (5,04 g N na 1 nádobu).

kejda skotu; kejda prasat; kejda drůbeže; rekultivace; elektrárenský popílek; složiště popílku; kukuřice; nádobové pokusy; hnojení slámou

Likvidace popílku z elektráren je stále naléhavějším problémem, zejména z hlediska ochrany životního prostředí. Obvykle se popílek ukládá na složištích, které tak zabírají rozsáhlé plochy zemědělské půdy a navíc jsou nepříjemným zdrojem prašnosti celého okolí, takže vyžadují systematické ošetřování.

V případě krátkodobého odstavení složiště je nejužívanější způsob omezení prašnosti postřik vodou (např. Grochowski, Pruchnicki, 1973). Byl vyzkoušen také postřik různými chemickými prostředky i pěstování některých druhů rostlin (Malý, Kozel, 1974). Vytvoření vegetačního krytu má význam zejména při konečné rekultivaci již naplněného složiště, avšak pro růst rostlin je nutné vytvořit vhodné podmínky. Nejjistější způsob je povážení povrchu popílku vrstvou zeminy až do výšky 50 cm, což doporučují zejména Špiřík (1975), Malý (1975), ale i Tarčevskij et al. (1970), Gilham, Simpson (1974) aj. Vrstvení zeminy na popílek je sice spolehlivý způsob, avšak velice nákladný, proto bylo zkušeno pěstovat rostliny přímo v popílků, bez zeminy (Barber, 1973; Debowski, 1971; Piatras, Kaczmarczyk, 1973). Výživě rostlin, speciálně formě použitých hnojiv, je již věnována menší pozornost. Téměř paušálně se doporučují průmyslo-

vá hnojiva, zvl. dusíkatá, neboť popílek bývá chudý na N. Použitím průmyslových hnojiv může však snadno dojít k přehnojení, a tím k poškození rostlin, proto Debowski (1971) doporučuje dělenou dávku N hnojiv, zvláště v počátečním období vegetace. Jen velmi malá pozornost je dosud věnována organickým hnojivům. Z našich dosavadních orientačních výsledků však vyplývá, že právě organická hnojiva, spec. kejdy, mají rozhodující význam při vytvoření vegetačního krytu na složišti popílků (Petříková, 1974a, 1976). Hnojení průmyslovými hnojivy se nám neosvědčilo, zatímco hnojením kejdou prasat jsme získali až 34 t ha⁻¹ zelené hmoty kukuřice. Podstatou úspěchu rekultivace popílků je jejich biologické oživení, což lze použitím kejdy zajistit (Petříková, 1974b), a tím částečně vysvětlit její vysokou účinnost. Kejda dodá nejen potřebné rostlinné živiny, ale i nezbytnou mikroflóru a navíc nezvýší koncentraci rozpustných solí. Vysoká koncentrace solí není žádoucí, neboť bylo zjištěno, že je právě jednou z příčin toxicity popílků (Kolář, Gregorová, 1971; Fiala, Kolář, 1971), takže další dodání zejména vyšší dávky průmyslových hnojiv vegetační prostředí ještě zhoršuje, což plně odpovídá našim orientačním výsledkům (Petříková, 1974a).

V souvislosti s rekultivací popílků se vždy jedná i o jejich toxicitu. Toxické jsou však především popílký čerstvé (Petříková, 1970), kdežto popílek odebraný ze složiště, kam byl dopraven silným proudem vody a byl tudíž intenzivně vyluhován, prakticky žádnou toxicitu nevykazuje (Petříková, 1975). Toto závažné zjištění proto umožňuje hledat způsoby přímé rekultivace složišť. V návaznosti na naše orientační výsledky s hnojením popílků kejdou bez povážení zeminy jsme se začali tímto způsobem rekultivace zabývat podrobněji. První etapu této problematiky jsme začali řešit metodou nádobových pokusů, jejichž vyhodnocení je předmětem tohoto příspěvku.

MATERIÁL A METODY

Nádobové pokusy jsme umístili ve skleníku přímo v elektrárně Prunéřov. Pro každou nádobu jsme použili navážku 4 kg vysušeného popílku, odebraného ze složiště téže elektrárny (charakteristika je uvedena v tab. I). Pokus sestával ze dvou částí: jednak skupina variant hnojeného popílku bez slámy a jednak se slámou. Slámu (ozimá pšenice) jsme použili v jednotné dávce 50 g na 1 nádobu včetně nádob s nehnojenou kontrolou.

Ke hnojení jsme vyzkoušeli kejdu prasat, skotu a drůbeže. Ve skupině variant bez slámy jsme tato hnojiva sledovali při dvou hladinách N (3,6 a 5,04 g N na 1 nádobu), takže tento dílčí pokus sestával celkem ze sedmi pokusných variant. Hnojení na bázi slámy jsme zajistili rovněž všemi třemi kejdami, avšak pouze při vyšší dávce N (5,04 g na 1 nádobu). Tímto způsobem jsme vyhnojili nádoby při zakládání pokusu a beze zbytku jsme jej zopakovali v následujícím roce včetně dodání slámy. Všechny pokusné varianty jsme sledovali ve čtyřech opakováních. Testovací plodina byla kukuřice 'CE 250'. Zaseli jsme ji ihned po 1. vyhnojení a sklídili jsme ji na zeleno po 2,5 měsících vegetace. Po sklizni 1. kukuřice jsme zaseli bez dalšího hnojení, tedy jako následnou, opět stejnou kukuřici. Po sklizni 2. kukuřice (opět po 2,5 měsících vegetace) jsme odebrali z každé nádoby vzorky zeminy (ca 100 g) a celý zbývající obsah nádoby jsme nasypali zpět. Kořenové zbytky jsme nechali v nádobách se zeminou přezimovat v přirozených podmínkách. Nádoby jsme během zimy skladovali venku, přikryté proti dešti, aby se nevyplavily zbylé živiny. Na jaře následujícího roku jsme přemístili nádoby zpět do skleníku a vyhnojili jsme je podle stejného systému, jak je uvedeno shora.

I. Charakteristika základních pokusných materiálů — Characteristics of the main experimental materials

Roč- ník	Druh půdy	Obsah živin mg na 1000 g								
		obsah CaCO ₃	pH	po- třeba vápnění	N	P	K	Mg	Cox	hu- mus
1975	popel	0	5,7	5	0,18	23	111	136	8,55	14,74
	Druh kejdy	obsah živin v čerstvé hmotě v %								
		N	P	K	Na	Ca	Mg	% su- šiny		
1975	kejda prasat	0,815	0,168	0,274	0,071	0,079	0,064	4,92		
	kejda skotu	0,390	0,070	0,216	0,055	0,150	0,034	4,64		
	kejda drůbeže	1,445	0,352	0,570	0,113	2,000	0,147	19,60		
1976	kejda prasat	0,680	0,158	0,198	0,060	0,180	0,061	7,65		
	kejda skotu	0,230	0,037	0,131	0,043	0,046	0,018	1,89		
	kejda drůbeže	0,965	0,208	0,222	0,075	0,960	0,079	11,72		

Během dvouletého pokusného období jsme sklídili celkem čtyři po sobě zaseté kukuřice. V každé nádobě bylo pět rostlin, u kterých jsme bezprostředně po sklizni stanovili hmotnost čerstvé hmoty (celková hmotnost pěti rostlin z jedné nádoby) a po usušení na vzduchu hmotnost suché hmoty. Zjištěné hodnoty jednotlivých sklizní jsme vyhodnotili statisticky metodou analýzy rozptylu na samočinném počítači, podle upraveného standardního programu (Petříková, Hrdina, 1972).

VÝSLEDKY A DISKUSE

V první etapě našich sledování hodnotíme pouze výnosy čerstvé a suché hmoty kukuřice, které uvádíme v tab. II a III. Ze získaných výnosů zcela přesvědčivě vyplývá, že hnojení kejdou všeobecně zvyšuje výnosy kukuřice. Mezi jednotlivými druhy kejdy není v prvním roce vegetace zvlášť výrazný rozdíl. Téměř všechny rozdíly ve zvýšení výnosů jsou statisticky významné nebo na hranici významnosti v porovnání s nehnojenou kontrolou, kde byly rostliny celou vegetací slabé (obr. 1). Ve variantách bez přídavku slámy se v prvním vegetačním roce v součtu obou sklizených kukuřic jeví nejlépe kejda skotu, a to jak ve výnosech čerstvé, tak suché hmoty. Rozdíly oproti kejdě prasat a drůbeže jsou však řádově nižší než vůči nehnojené kontrole. Dalším přihnojením ve druhém vegetačním roce jsou však vlivem kejdy skotu přírůstky výnosů naopak nižší než po kejdě prasat a zvláště pak po kejdě drůbeže. Při prvním hnojení popílku bude mít zřejmě na výnosy kukuřice rozhodující vliv dusík a fosfor bude ještě dostačující, ale ve druhém vegetačním roce se již projeví zřetelný nedostatek fosforu, kterého obsahuje kejda skotu nejméně, jak vyplývá z tab. I. Relativně nižší výnos kukuřice ve druhém vegetačním roce po hnojení kejdou skotu zřejmě souvisí i s dodáním poměrně velkého množ-

II. Výnosy čerstvé hmoty kukuřice — The yields of maize fresh matter

Sled plodin		Bez slámy								Se slámou				
		kon- trolla	3,6 g N na nádobu			5,04 g N na nádobu			kritická hod- nota	kon- trolla	5,04 g N na nádobu			kritická hod- nota
			P	S	D	P	S	D			P	S	D	
1975	I. kukuřice	8,25	93,3	138,0	69,3	104,25	85,5	76,5	66,93	8,0	88,0	130,5	326,25	136,58
	II. kukuřice	7,00	83,25	83,25	85,0	75,00	123,0	78,0	59,54	24,5	80,5	104,0	151,50	60,77
	celkem I. + II.	15,25	176,55	221,25	154,3	179,25	208,5	154,5	—	32,5	168,5	234,5	477,75	—
1976	I. kukuřice	11,25	137,0	78,0	146,0	74,5	125,0	156,25	36,39	20,0	104,75	119,25	176,25	42,45
	II. kukuřice	17,60	88,6	82,6	278,0	318,0	256,0	374,30	151,25	19,5	69,00	103,50	268,00	158,89
	celkem I. + II.	28,85	225,6	160,6	424,0	392,5	381,0	530,55	—	39,5	173,75	222,75	444,25	—
Průměrný výnos dvou kukuřic (za dva roky)		22,05	201,07	190,92	289,15	285,87	294,75	342,52	—	36,0	171,12	228,62	461,00	—

P — kejda prasat, S — kejda skotu, D — kejda drůbeže

III. Výnosy suché hmoty — The yields of maize dry matter

Sled plodin		Bez slámy								Se slámou				
		kon- trolla	3,6 g N na nádobu			5,04 g N na nádobu			kritická hod- nota	kon- trolla	5,04 g N na nádobu			kritická hod- nota
			P	S	D	P	S	D			P	S	D	
1975	I. kukuřice	3,5	18,25	26,50	17,25	16,5	13,25	19,50	13,49	5,0	24,25	22,50	68,25	23,48
	II. kukuřice	1,5	30,50	31,50	27,25	26,5	46,00	28,00	19,91	2,5	25,00	36,00	39,50	20,91
	celkem I. + II.	5,0	48,75	58,00	44,50	43,0	59,25	47,50	—	7,5	49,25	58,50	107,75	—
1976	I. kukuřice	1,0	23,25	13,00	23,50	13,5	20,25	27,25	6,98	3,0	18,50	20,00	28,50	8,70
	II. kukuřice	4,0	12,25	12,50	52,00	76,5	44,00	66,50	36,39	3,5	8,00	11,00	43,25	34,71
	celkem I. + II.	6,0	35,50	25,50	75,50	90,0	64,25	93,75	—	6,5	26,50	31,00	71,75	—
Průměrný výnos dvou kukuřic (za dva roky)		5,5	42,12	41,75	60,0	66,5	61,75	70,62	—	7,0	37,87	44,75	89,75	—



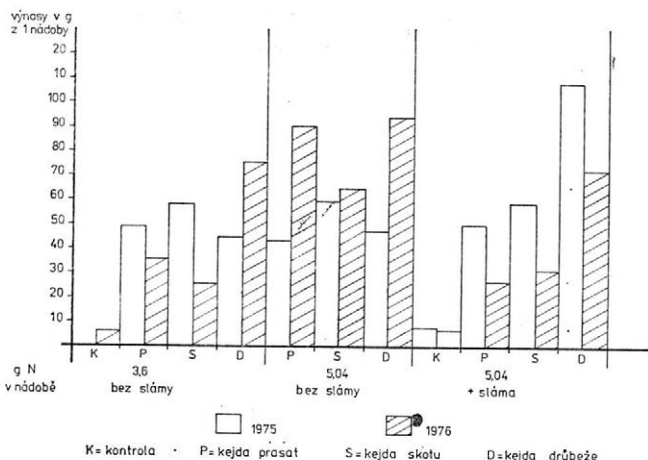
1. Kukuřice před I. sklizní 1975 — Maize before the first harvest in 1975

Číslo nádoby	1	5	9	11	14	17	20
g N v 1 nádobě	—	3,6	5,04	3,6	5,04	3,6	5,04
Kejda	—	prasat		skotu		drůbeže	

ství nestrávených pravděpodobně hůře rozložitelných zbytků objemné píce, přítomných ještě v kejdě, které mohly zvýšit biologickou sorpci. Kejda skotu obsahovala nejméně N, proto jsme jí museli použít větší množství, jestliže jsme chtěli dodržet stejnou dávku N, jakou jsme dodali kejdou prasat a drůbeže. Po hnojení kejdou prasat, která obsahuje ca trojnásobné množství P než kejda skotu, vzrůstají výnosy kukuřice ve druhém vegetačním roce více než po hnojení kejdou skotu. Opakovaným hnojením ve druhém vegetačním roce jsme získali zvláště při vyšší dávce největší přírůstky výnosů čerstvé i suché hmoty hnojením drůbeží kejdou. Toto zvýšení bylo tak výrazné, že se kejda drůbeže při hodnocení průměrných výnosů dvou sklizených kukuřic za obě vegetační období zařadila na první místo. Postupné přírůstky výnosů vlivem drůbeží kejdy v závislosti na čase svědčí o jejím pozvolnějším působení, avšak získáním průměrných nejvyšších výnosů rovněž o její nejvyšší hnojivé účinnosti. Ta je dána samozřejmě i vysokým obsahem P, který je zhruba dvojnásobný než obsah P v kejdě prasat.

Cílem hnojení popílků je získání jejich postupné produktivnosti, čemuž by měly odpovídat rovněž vzrůstající výnosy. Toto hodnocení jsme vyjádřili na obr. 2, kde uvádíme výnosy suché hmoty dvou kukuřic sklizených v prvním a ve druhém roce vegetace. Z těchto výsledků zcela jednoznačně vyplývá, že vzrůst výnosů se dosáhne vyšší dávkou N, a to v podstatě všemi druhy kejdy. Jak však již bylo uvedeno, nejlepší je kejda drůbeže.

Jedním z významných rekultivačních opatření je rovněž zapravení organických látek do popílku, což jsme v rámci našich pokusů zajistili hnojením slámou. Výnosy jsou uvedeny jednak v tab. II a III a dále v přehledu na obr. 2. Z těchto výsledků vyplývá, že přídatek slámy do popílku v kombinaci s hnojením kejdou má významný vliv zejména v prvním vegetačním roce. Nejvyšší výnos jsme získali rovněž po kejdě drůbeže, kde se sláma zřejmě uplatnila i jako nasávací materiál, což mohlo omezit i určité nepříznivé vlivy vyšší dávky čerstvé nevykvašené kejdy drůbeže na vegetaci. V dalším vegetačním období, kde jsme hnojili opakovaně všemi druhy kejdy i slámou, jsme naopak získali všeobecně nižší výnosy



2. Sumární výnosy suché hmoty dvou sklizní kukuřice z roku 1975 a dvou z roku 1976 — The sums of dry matter yields from two harvests of maize in 1975 and two in 1976

než v prvním roce. V porovnání se stejnými variantami hnojení bez slámy tomu bylo stejně. Každoročně opakovaný přidavek slámy do popílku působí zřejmě příliš vysokou biologickou sorpci, která je příčinou relativního poklesu výnosů. Bylo by proto účelné vyzkoušet buď hnojení zvýšenými dávkami kejdy, nebo v následujícím vegetačním období slámu nepřidávat za současné stejné intenzity hnojení kejdami, což bychom chtěli realizovat v následující etapě.

Souhrnné hodnocení dvouletého pokusného období jsme vyjádřili průměrnými výnosy dvou po sobě sklizených kukuřic (tab. II, III). Z těchto údajů vyplývá, že tvorba výnosů je ve variantách bez slámy přímo závislá na dávce N. Při rekultivaci popílkových složišť bude proto účelné dbát na vysokou intenzitu hnojení. Ve variantách se slámou jsme sice získali v kombinaci s kejdou drůbeže nejvyšší výnos suché hmoty kukuřice (89,75 g z 1 nádoby), avšak vlivem kejdy prasat i skotu byly tyto průměrné výnosy v kombinaci se slámou nižší než u varianty bez slámy. Vliv slámy při rekultivačních procesech na složišti popílků bude mít zřejmě dlouhodobější účinnost v průměru s omezeným počátečním efektem.

Literatura

- BARBER, E. G.: Land reclamation and environmental benefits of ash utilization. Third International Ash Utilization Symposium Pittsburgh, 1973, Paper D-1.
 DEBOWSKI, J.: Biologiczna rekultywacja skladowisk odpadów paleniskowych z elektrowni. *Energetyka*, 11, 1971, s. 366-370.
 FIALA, V. — KOLÁŘ, L.: Příspěvek ke studiu rychlosti sorpcie živin z popílku a příčin jeho toxicity pro rostliny. In: Sbor. provoz. ekon. Fak. Vys. Šk. zeměd. Čes. Buděj., 9, 1971, č. 1, s. 41-60.
 GILLHAM, E. W. F. — SIMPSON, D. T.: Land restoration with pulverized fuel ash. Part. 2. Comparison between grass and winter wheat. *J. Brit. Grassld Soc.*, 29, 1974, č. 3, s. 207-212.
 GROCHOWSKI, H. — PRUCHNICKI, J.: Wykorzystanie wody do zabezpieczenia hald popiołów przed pyleniem. *Gosp. wod.*, 33, 1973, č. 6, s. 232-235.
 KOLÁŘ, L. — GREGOROVÁ, L.: Toxicita popílku při hnojení a její příčiny. In: Sbor. provoz. Fak. Šk. zeměd. Čes. Buděj., 9, 1971, č. 1, s. 61-82.

MALÝ, V.: Výzkum zemědělských rekultivačních zásahů na složišti odpadu elektrár-
ren. Výzkumný ústav meliorací, Praha - Zbraslav, 1975, 52 s.
MALÝ, V.: Využití cukrovarských sedimentů pro rekultivaci elektrárenských slo-
žišť. Sci. Agric. bohemoslov., 5, 1973, č. 2, s. 83-98.
MALÝ, V. — KOZEL, J.: Ověřování některých způsobů omezení prašnosti na slo-
žištích odpadu elektrárren. In: Sborník z konference Průmyslově zemědělská krajina,
její rozvoj a ochrana, Ústí n. Labem 1974, s. 246-250.
PETŘÍKOVÁ, V.: Poruchy růstu zemědělských plodin vlivem elektrárenského po-
pílku. Agrochémia, 10, 1970, č. 8-9, s. 249-254.
PETŘÍKOVÁ, V.: Využívání kejdy na složišti elektrárenských popílků. Úroda, 22,
1974a, č. 6, s. 228-230.
PETŘÍKOVÁ, V.: Využití kejdy při rekultivaci průmyslových odpadů. Ochrana pří-
rody, 1974b, č. 8, s. 238-240.
PETŘÍKOVÁ, V.: Vliv čerstvého a složištního popílku na vegetaci kukuřice. Rostl.
Výroba, 21, 1975, č. 6, s. 659-670.
PETŘÍKOVÁ, V.: Omezení prašnosti popílkových složišť a jejich rekultivace hno-
jením kejdou. Energetika, 26, 1976, č. 5, s. 218-219.
PETŘÍKOVÁ, V. — HRDINA, J.: Výpočet analýzy rozptylu s úpravou standardního
programu pro potřeby hodnocení výživářských pokusů. Agrochémia, 12, 1971, č. 10,
s. 315-320.
PIETRAS, Z. — KACZMARCZYK, M.: Rekultivacja składowisk odpadów w elek-
trowniach. Aura, 1973, č. 9, s. 14-15.
ŠPIŘÍK, F.: Výzkum nejefektivnějších způsobů lesnické rekultivace složišť popela
elektrárren, spalujících hnědé a černé uhlí. Výzkumný ústav meliorací, Praha -
Zbraslav, 1975, 36 s.
TARČEVSKIJ, V. V. — PIKALOVA, G. M. — LEVIT, S. J. et al.: Forschungsarbeiten
zur Rekultivierung von Aschenkippen. IV. Symposium über d. Wiedernutzbarma-
chung d. durch d. Ind. devast. Territ., Leipzig, Halle/Saale, Inst. für Landesfor-
schung u. Naturschutz, 1970, díl 2, s. 314-317.

Došlo dne 3. 5. 1977

ПЕТРЖИКОВА, В. (Институт питания растений. Научно-исследовательские институты
растениеводства, Прага - Рузыне): К вопросу рекультивации места свалок золы электро-
станций путем удобрения кейдой. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 959-966.

В двухлетних вегетационных сосудах нами изучалось влияние удобрения кейдой свиней,
крупного рогатого скота и птицы на образование урожая зеленой массы кукурузы, вы-
ращиваемой на золе электростанций. Зола два раза удобрялась, т.е. в 1 и 2 вегетационном
году, согласно единой системе; ежегодно мы собирали две друг за другом высевные ку-
курузы. Нами было установлено, что кейды отличаются высокой эффективностью удобрения
и таким образом считаются весьма перспективным рекультивационным мероприятием на
свалках золы электростанций. Они значительно повышают урожай кукурузы, по сравнению
с неудобренным контролем более чем в десять раз. Лучшее всего действовала кейда птицы,
также кейда свиней и крупного рогатого скота хорошо действовали на привесы урожая. Для
обеспечения растущего урожайного тренда, представляющего цель рекультивации, оправдала
себя повышенная интенсивность удобрения (5,04 г азота на сосуд).

кейда крупного рогатого скота; кейда свиней; кейда птицы; рекультивация; зола электро-
станций; свалка золы; кукуруза; опыты в вегетационных сосудах; удобрение соломой

PETŘÍKOVÁ, V. (Institute of Plant Nutrition, Research Institutes for Crop Pro-
duction, Praha - Ruzyně): On the Use of Slurry for the Reclamation of Power-Plant
Ash Dumps. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 959-966.

Two-year pot experiments were performed to study the effect of pig, cattle, and
poultry slurry, used for manuring, on the formation of the green-matter yields of
maize grown on the dumps of power-plant ash. The ash was manured twice, i. e.
in the first as well as second year of vegetation, according to a uniform system;
two crops of maize, sown in succession, were harvested each year. Slurry was found
to be of high manuring value, suggesting that the use of this manure is a pro-
mising method of the reclamation of power-plant ash dumps. Slurry highly increases
maize yields: the yields are up to ten times as high as in unmanured controls.

Poultry slurry gave the best results, but pig and cattle slurry also highly increased the yields. A higher rate of slurry application (5.04 g N per pot) proved suitable for supporting the trend of increasing yields.

cattle slurry; pig slurry; poultry slurry; reclamation; power-plant ash; ash dump; maize; pot experiments; straw manuring

PETŘÍKOVÁ, V. (Institut für Pflanzenernährung, Forschungsinstitute der Pflanzenproduktion, Praha - Ruzyně): *Beitrag zur Rekultivierung von Abladeplätzen der Flugasche aus Kraftwerken durch Gölledüngung*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 959-966.

In zweijährigen Gefäßversuchen wurde der Einfluß der Düngung mit Schweine-, Rinder- und Geflügelgülle auf die Ertragsbildung der Grünmasse des in der Abladekraftwerkflugasche angebauten Maises beobachtet. Die Flugasche wurde zweimal gedüngt, d. h. im ersten und zweiten Vegetationsjahr nach einem einheitlichen System und im Verlaufe der beiden Jahrgänge wurden zwei nacheinander ausgesäte Maiskulturen geerntet. Es wurde festgestellt, daß sich Gülle durch hohe Düngungswirksamkeit kennzeichnet und hiermit ein sehr aussichtsreiches Rekultivierungsmittel der Abladeplätze von Flugasche aus Kraftwerken darstellt. Durch Gülle werden Maiserträge im Vergleich zu der ungedüngten Kontrolle markant erhöht, u. zw. mehr als zehnfach. Am besten bewährte sich Geflügelgülle, jedoch auch durch Schweine- und Rindergülle wurden die Ertragszuwächse bedeutend erhöht. Für Sicherstellung des wachsenden Ertragstrends, der das Ziel der Rekultivierung darstellt, bewährte sich höhere Düngungsintensität (5,04 g N je 1 Gefäß).

Rindergülle; Schweinegülle; Geflügelgülle; Rekultivierung; Flugasche aus Kraftwerken; Flugaschenabladepätze; Mais; Gefäßversuche; Düngung im Stroh

Adresa autora:

Ing. Vlasta Petříková, CSc., Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

TECHNOLOGICKÉ ASPEKTY VYUŽITÍ DRCENÝCH PEVNÝCH DOMOVNÍCH ODPADŮ A PRŮBĚH ZRÁNÍ PRŮMYSLOVÝCH KOMPOSTŮ

F. Löbl, A. Štiková, M. Štifter, J. Váňa

LÖBL, F. — ŠTIKOVÁ, A. — ŠTIFTER, M. — VÁŇA, J. (Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Technologické aspekty využití drcených pevných domovních odpadů a průběh zrání průmyslových kompostů*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 967-976.

V ČSSR se vyrábí $1,5 \cdot 10^6$ t průmyslového kompostu Vitahum podle ČSN 46 57 35. Při výrobě se zpracovává především rašelina, kapucín, prosevy městských skládek, kanalizační kaly, cukrovarská šáma a další průmyslové odpady. Kompostové zakládky Vitahumu zrají při teplotách kolem 30°C a nízké mikrobiologické a biochemické aktivitě. Potvrzuje to nízká bazální respirace (B) $3,23 \text{ mg CO}_2$ na 100 g sušiny za hod., její rychlý pokles s průběhem zrání a výrazné stoupání stability organických látek, vyjádřené relativní respirací NG : B. Na kompostárně n. p. Rašelina, Údlice u Chomutova, byly drceny PDO na zařízení Gondard při 30 mm roštnici a výkonu 5 t h^{-1} . Výskyt 235 kg PDO na obyv. za rok umožnil, aby ve vyráběném Vitahumu bylo použito 40% drtě, která obsahovala $26,13\%$ – $28,43\%$ organické hmoty v sušině. Použitím drtě PDO běžného svozu (kompost A) a selektivně svezenných odpadů z centrálně topených bytů (kompost B) došlo k výraznému pomnožení mikroorganismů sledovaných kultivačních skupin, zejména bakterií na MPA, škrobem i Thorntonově agaru, což podstatně zvýšilo bazální respiraci na $33,2$ – $53,6 \text{ mg CO}_2$ na 100 g sušiny za hod. V průběhu zrání dochází k pozvolnému poklesu bazální respirace a jen k pozvolnému zvyšování relativní respirace NG : B. Zvýšením mikrobiologické i biochemické aktivity stoupla teplota kompostových zakládek na 48 – 52°C (týdenní průměrné teploty), což se promítlo do větších ztrát na organické hmotě. Obsah $30,16$ – $33,95\%$ organické hmoty je nižší než určuje ČSN, $0,67$ – $0,73\%$ N, $0,31$ – $0,32\%$ P a $0,27$ – $0,29\%$ K v sušině je vyšší než určuje ČSN. Výsledky potvrzují, že drcené PDO je tedy možné nejen hygienicky zpracovat v průmyslovém kompostu Vitahum, ale jejich použitím podstatně zkvalitnit průběh jeho zrání.

technologie výroby kompostů; pevné městské odpady; mikrobiologické a biochemické změny; obsah organické hmoty a živin

Výroba průmyslového kompostu Vitahum je založena na zpracování prosevu městských skládek, řady hnojivých odpadů a surovin přírodních zdrojů (rašeliny, kapucínu). V průběhu zrání Vitahumu vzhledem k obsahu mikrobiologicky těžko rozložitelných látek nedosahují kompostové zakládky dostatečných teplot, což je v rozporu s hygienickými požadavky. Použitím drcených pevných domovních odpadů, které obsahují i lehce rozložitelné organické látky, by mělo dojít nejen ke zvýšení teplot kom-

postové zakládky, ale i ke zvýšené intenzitě jejich přeměny, a tím i k do-
držení nejen hygienických parametrů, ale i kvalitativních ukazatelů ČSN
46 57 35.

Dosavadní výsledky hodnocení výroby Vitahumu potvrzují, že po-
množení mikroorganismů i jejich aktivita je závislá nejen na surovinové
skladbě (Löbl, Košatková, 1970; Löbl et al., 1974), ale i tech-
nologickém postupu a způsobu založení kompostové zakládky (Löbl,
Štiková, 1968; Löbl, Váňa, 1970). Nízká biologická aktivita
souvisí i s nedostatečnou likvidací patogenních mikroorganismů (Pa-
ráková et al., 1970). Pevné domovní odpady, jejichž výskyt dosahuje
220–250 kg na obyv. za rok (Jonáš, Nechvátal, 1971; Kott,
1970) s perspektivním zvyšováním na 350–400 kg na obyv. za rok
(Pöpel, Schin, 1968; Zetterström, 1973) s minimální 60%
výtěžností kompostovatelných a 10 až 20% výtěžností souběžně zpraco-
vávaných rozdrčených inertních materiálů. Drť těchto pevných domov-
ních odpadů obsahuje 25–53 % organické hmoty, 0,6–1,2 % N, 0,4–0,6 %
P₂O₅ (0,2–0,3 % P), 0,3–0,5 % K₂O (0,2–0,4 % K) v sušině (Bond
et al., 1972; Braun, 1970; Gottas, 1956; Helmer, 1973;
Salmowski, 1965 a další), a tak by se využitím drtě pevných domov-
ních odpadů k výrobě Vitahumu podstatně zlepšila surovinová skladba,
a tím i průběh jeho zrání.

MATERIÁL A METODY

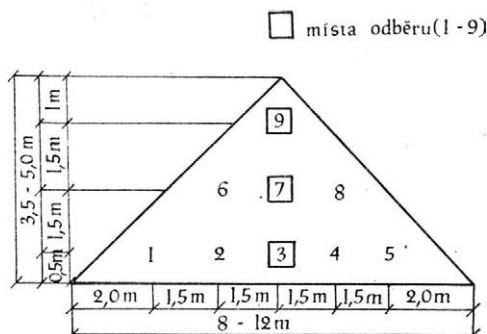
Změna surovinové skladby Vitahumu s využitím drcených pevných domovních
odpadů (dále jen PDO) byla sledována na kompostárně Rašelina, n. p., Údlice
u Chomutova. PDO byly získány ze svozové oblasti Chomutov–Jirkov. Svoz se pro-
vádí od 65 200 obyvatel a podle dlouhodobých sledování průměrná roční produkce
PDO dosahuje 235 kg na obyv. PDO byly drceny na zařízení Gondard s 30mm
roštnicí při průměrném výkonu 5 t hod⁻¹. K vlastnímu ověření byla využita drť běž-
ného svozu odpadu, ze které byl založen kompost A (tab. I). Kromě toho byly se-
lektivě svezeny PDO z centrálně vytápěného sídliště Březenecká a z nich byl založen
kompost B (tab. I). Vzhledem k tomu, že tento svoz byl proveden na konci topného
období (duben), nebyl v obsahu organické hmoty v sušině mezi selektivně svez-
nými PDO (28,43 %) a běžně sváženými PDO (26,13 %) významnější rozdíl. Dále byl
založen kompost se surovinovou skladbou Vitahumu (tab. I). Komposty byly založeny

I. Surovinová skladba sledovaných průmyslových kompostů (v hmotnostních %) —
The raw material composition of the commercial composts studied (weight per-
centage)

Surovina	Kompost A	Kompost B	Vitahum
Rašelina	20	20	22
Kapucín	30	30	30
Prosev	—	—	20
Šáma cukrovarská	10	10	10
Drť PDO běžná	40	—	—
Drť PDO selektivní	—	40	—
Kanalizační kal neodvodněný	navíc na vlhkost 58 %		18

o hmotnosti 150 t. K výrobě byl využit korečkový překopávač RK-25. Homogenizační přehoz byl proveden ihned po kompletaci zakládky, technologický přehoz po 14 dnech.

Vzorky v průběhu zrání kompostů byly odebírány z průřezu kompostové zakládky (obr. 1). V této práci jsou hodnoceny odběry z míst označených čísly 3, 7, 9. Tato odběrová místa nám charakterizují nejhorší, střední a nejlepší aerační podmínky v průřezu kompostové zakládky. Odebrané vzorky byly hodnoceny mikrobiologickými (Kozová, Nováková, 1956) a biochemickými testy (Novák, Apfelthaler, 1964; Pokorná-Kozová et al., 1964). Vzorky vyzrálých kompostů byly hodnoceny i obsahem organické hmoty a živin.



1. Průřez kompostové zakládky —
A cross-section of the ripening compost pile

VÝSLEDKY

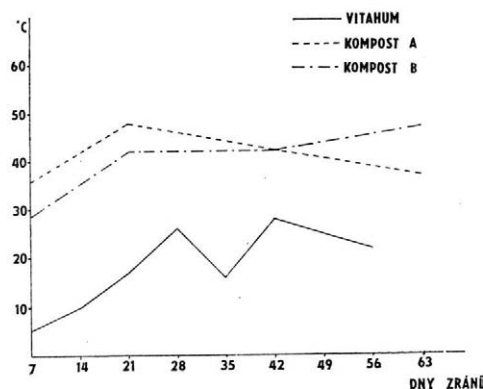
U kompostu Vitahum je množství bakterií rostoucích na MPA na počátku zrání v rozmezí $82-233 \cdot 10^6$ g na sušinu. Již po 14 dnech nastává pokles v počtu bakterií na $21-47 \cdot 10^6$ g na sušinu. Relativní respirace G : B na začátku zrání ukazuje na nízkou aktivitu obsažené mikroflóry. Zvyšování relativní respirace G : B (tab. II) v druhé polovině zrání (11,1–17,2) vede jen k mírnému zvýšení stability organických látek. Relativní respirace NG : B dosahuje na počátku zrání 12,9 a na konci zrání jen 24,8. Tyto změny ukazují na to, že mikrobiologicky lehce využitelné organické látky ve Vitahumu jsou metabolovány již na počátku zrání, což se projevuje zvýšením stability a omezením dalších přeměn obsaže-

II. Vybrané ukazatele z biochemických testů u kompostu Vitahumu v průběhu zrání — Selected parameters of biochemical tests in the Vitahum compost in the course of ripening

Počet dnů zrání	Bazální a potenciální respirace v mg CO ₂ na 100 g sušiny za hod.			Relativní respirace (čísla nepojmenované)		Amonizace v mg N-NH ₄ ⁺ na 100 g sušiny	
	B	G	NG	G : B	NG : B	A _A	M _A
7	3,23	35,85	41,64	11,1	12,9	39,68	429,13
14	2,01	36,91	35,33	18,4	17,5	99,48	441,19
21	2,49	43,05	44,27	17,2	17,7	102,52	148,85
28	2,06	33,99	29,80	16,6	14,4	96,61	466,75
42	1,05	25,46	26,13	24,2	24,8	152,83	497,75

ných organických látek. Nízké teploty v průběhu zrání Vitahumu (obr. 2) rovněž potvrzují nižší rozsah biochemických změn. Přeměna organických látek je omezena i relativně nízkým obsahem $N-NH_4^+$ (40–102 mg na 100 g sušiny), i když mineralizační aktivita mikroflóry M_A přesahuje 400 mg na 100 g sušiny (tab. II). Vyzrálý Vitahum obsahoval v sušině 36,1 % organické hmoty, 0,52 % N, 0,37 % P_2O_5 (0,16 % P), 0,41 % K_2O (0,34 % K).

Zrání kompostů A i B probíhá při podstatně vyšších teplotách než u kompostu Vitahum (obr. 2). Rozdíl mezi teplotou v průběhu zrání



2. Závislost zrání kompostů na teplotě
— The dependence of compost ripening on temperature

kompostů A a B je ve druhé polovině zrání výhodný ve prospěch kompostu B. Při vyhodnocení poměru zastoupení mikroorganismů sledovaných kultivačních skupin kompostu A ku kompostu B (tab. III) je zřejmé, že vývoj mikroflóry je shodný s vývojem teplot kompostových zakládek (obr. 2). Poměr sledovaných kultivačních skupin mikroorganismů je u kompostu A výhodnější téměř po celou dobu zrání, v místě 7 a 3 zhruba s nástupem druhé poloviny zrání je poměr výhodnější ve prospěch kompostu B. Rychlost úbytku bakterií sledovaných kultivačních skupin je proto u kompostu A s průběhem zrání větší (zejména při srovnání míst 9 a 3) než u kompostu B. Zastoupení spór na MPA u kompostu A je větší než u kompostu B, což ukazuje, že rozkladem organických látek kompostu A došlo v průběhu zrání ke snížení obsahu mikrobiologicky rozložitelných látek. To potvrzuje i rychlejší vzestup počtu aktinomycet na Thorntonově agaru a zejména na škrobovém agaru ve prospěch kompostu A.

Bazální respirace (B) je na začátku zrání větší (tab. IV) u kompostu B (42,6–53,6 mg CO_2 na 100 g sušiny za hod.) než u kompostu A (14,0–33,2 mg CO_2 na 100 g sušiny za hod.). V kompostech B, zejména v místě 9 a 7, byla tedy větší mineralizace organických látek než u kompostu A. Při srovnání potenciální respirace N, G, NG se potvrzuje, že rychlost mineralizace organických látek v kompostu B je větší než v kompostu A. Pokles bazální respirace v druhé polovině zrání u kompostu B je výrazem snížené mineralizace organických látek obsaženou mikroflórou. U kompostu B bazální respirace ukazuje na dále probíhající přeměnu organické hmoty. Potenciální respirace N, G, NG a zejména relativní respira-

III. Množství mikroorganismů vybraných kultivačních skupin ve vzorcích kompostů A a B (z míst 3, 7, 9) v průběhu zrání (v mil. na g sušiny) a poměr těchto množství v číslech nepojmenovaných — The amounts of microorganisms of selected cultivation groups in the samples of composts A and B (from sites 3, 7, 9) in the course of ripening (in mil. per dry matter g), and the ratios of these amounts in the numbers unnamed

Kultivační skupina	Počet dnů zrání	Kombinace						Poměr		
		A			B			A ₃ : B ₃	A ₇ : B ₇	A ₉ : B ₉
		3	7	9	3	7	9			
MPA	7	1227	155	346	1147	853	151	1,07	0,18	2,29
	21	134	81	627	128	39	163	1,04	2,03	3,84
	42	37	10	174	30	1	31	1,22	5,23	5,53
	63	10	6	129	147	24	46	0,07	0,26	2,79
	98	17	18	14	5	53	13	3,33	0,33	1,10
	120	67	96	83	128	57	95	0,52	1,68	0,87
	140	24	27	57	140	78	205	0,17	0,35	0,28
Škrobový agar	7	431	209	1170	319	218	123	1,35	0,96	9,45
	21	64	58	498	47	8	84	1,36	6,96	5,91
	42	29	27	164	23	2	37	1,24	13,91	4,39
	63	13	5	137	19	13	43	0,70	0,37	3,16
	98	8	22	63	10	40	3	0,76	0,55	19,59
	120	87	114	157	126	83	123	0,69	1,36	1,27
	140	16	12	49	129	67	150	0,12	0,19	0,32
Thorntonův agar	7	464	196	725	399	639	238	1,16	0,31	3,05
	21	66	109	1429	66	22	179	1,00	5,02	7,99
	42	31	27	166	33	12	37	0,95	2,32	4,43
	63	14	11	166	32	19	76	0,43	0,57	2,19
	98	26	44	88	25	49	13	1,03	0,90	6,86
	120	111	165	379	155	95	140	0,72	1,73	2,69
	140	35	32	50	145	98	159	0,24	0,32	0,32
Spóry na MPA	7	18	12	16	9	7	4	1,94	1,64	4,36
	21	11	4	13	5	17	17	2,23	0,26	0,76
	42	8	8	13	7	4	10	1,18	2,18	1,38
	63	7	2	18	14	7	4	0,48	0,25	4,38
	98	9	3	6	1	1	2	6,06	2,91	3,93
	120	9	4	8	9	10	7	1,03	0,43	1,19
	140	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00
Aktinomy-cety na škrobovém agaru	7	33	0	362	0	5	6	—	0,00	62,50
	21	6	10	108	10	3	19	0,64	3,58	5,73
	42	14	7	10	14	0	14	0,95	—	0,74
	63	7	1	37	9	5	8	0,77	0,10	4,38
	98	3	4	16	0	9	0	—	0,51	—
	120	32	58	84	46	44	43	0,69	1,33	1,98
	140	1	1	19	15	9	6	0,11	0,17	3,27
Aktinomy-cety na Thorntonově agaru	7	33	4	148	1	17	9	17,64	0,28	15,33
	21	3	4	138	15	3	3	0,21	1,31	69,24
	42	19	3	15	14	2	8	1,30	1,74	1,93
	63	3	2	25	7	3	17	0,48	0,49	1,49
	98	5	3	9	0	4	5	—	0,68	1,96
	120	0	58	56	77	59	13	—	0,99	4,40
	140	3	3	3	115	12	86	0,03	0,25	0,04

IV. Bazální a potenciální respirace (mg CO₂ na 100 g sušiny za hod.) ve vzorcích kompostů A a B (z míst 3, 7, 9) v průběhu zrání a poměr těchto hodnot (A : B) v číslech nepojmenovaných – Basal and potential respiration (mg CO₂ per 100 g dry matter per hour) in samples of composts A and B (from sites 3, 7, 9) in the course of ripening and the ratio of these values in the numbers unnamed

Respi- race	Počet dnů zrání	Kombinace						Poměr		
		A			B			A ₃ : B ₃	A ₇ : B ₇	A ₉ : B ₉
		3	7	9	3	7	9			
B	7	33	23	14	53	56	43	0,62	,42	,33
	21	17	12	14	34	42	19	,50	0,29	0,74
	42	16	12	19	11	21	11	1,49	0,56	1,75
	63	12	10	8	11	9	9	1,11	1,09	0,93
	98	12	5	4	8	8	10	1,43	0,63	0,39
	120	10	8	11	8	9	8	1,23	0,91	1,29
	140	4	4	2	4	7	5	1,25	0,63	0,40
N	7	22	21	16	82	50	47	0,27	0,43	0,34
	21	14	18	19	48	38	23	0,18	0,47	0,81
	42	16	18	24	12	23	13	1,34	0,79	1,84
	63	15	14	14	13	11	10	1,14	1,23	1,39
	98	8	6	6	9	8	8	0,94	0,75	0,68
	120	11	12	12	12	12	9	0,90	1,03	1,33
	140	5	7	5	4	7	5	1,13	0,98	0,83
G	7	48	40	31	92	54	68	0,53	0,74	0,47
	21	26	32	35	46	42	38	0,56	0,76	0,92
	42	26	35	51	20	35	48	1,32	1,01	1,07
	63	33	21	20	42	25	19	0,80	0,84	1,03
	98	10	7	16	18	10	14	0,53	0,73	1,13
	120	21	21	29	28	27	28	0,76	0,80	1,04
	140	12	13	15	21	16	19	0,58	0,81	0,83
NG	7	44	38	58	111	52	69	0,40	0,73	0,84
	21	49	46	51	63	36	64	0,77	1,26	0,80
	42	53	32	72	31	39	61	1,72	0,83	1,18
	63	38	33	36	39	32	25	0,96	1,04	1,43
	98	30	27	34	39	28	32	0,78	0,94	1,07
	120	34	31	30	41	25	27	0,85	1,23	1,08
	140	17	14	15	33	23	25	0,52	0,63	0,61

ce NG : B potvrzují, že činnost mikroflóry směřuje u kompostu A k tvorbě stabilnějších organických látek rychleji než u kompostu B, jak je zřejmé ze srovnání relativní respirace NG : B (v nepojmenovaných číslech) v průběhu zrání:

Počet dnů zrání	Kompost A	Kompost B
20	2,81	3,46
42	3,94	5,82
63	4,34	2,81
98	8,54	3,08
120	2,86	3,43
140	7,67	5,08

Teploty kompostů po 14 dnech zrání ($A = 48,0^{\circ}\text{C}$; $B = 52,0^{\circ}\text{C}$) i změny bazální a potenciální respirace potvrzují, že u kompostu B se selektivně sváženými PDO je ještě dostatek mikrobiologicky využitelných organických látek. Rozdíl intenzity rozkladu celulózy u kompostu B (0,52 mg) a kompostu A (0,30 mg) na konci zrání potvrzuje různý obsah mikrobiologicky rozložitelných látek v těchto kompostech. Vzhledem k většímu obsahu lehce rozložitelných organických látek je nutné posuzovat i množství $\text{N}-\text{NH}_4^+$, a to jak v průběhu zrání, tak i ve vyzrálém kompostu. Relativní respirace $\text{N}: \text{B}$ s průběhem zrání stoupá u obou kompostů na 1,1–1,32, což ukazuje na nedostatek fyziologicky využitelných zdrojů dusíku. Množství $\text{N}-\text{NH}_4^+$ je v kompostech A i B jen nepatrně větší než u Vitahumu. V průběhu zrání se množství $\text{N}-\text{NH}_4^+$ snižuje, a to u kompostu A na 13,8 mg na 100 g sušiny v místě 9, 41,4 mg na 100 g sušiny v místě 3 a u kompostu B na 12,5 mg na 100 g sušiny v místě 9, 43,2 mg na 100 g sušiny v místě 3 při potenciální mineralizaci substrátu 356–425 mg na 100 g sušiny.

Větší množství lehce mikrobiologicky rozložitelných organických látek v kompostech s drtí PDO, zejména svezných z centrálně vytápěných bytů, bude tedy vyžadovat prodloužení doby zrání na 10 týdnů nebo změnu technologických zákroků zvýšením počtu překopávek na 3, snížením výšky kompostových zakládek nebo i změnou technologického postupu lepším technickým zařízením. Tyto změny v surovinové skladbě a v technologii výroby kompostů by se promítly pozitivně nejen do zvýšené intenzity průběhu zrání kompostových zakládek, ale i do výsledné kvality. Obsah 30,16 % organické hmoty, 0,67 % N, 0,70 % P_2O_5 (0,31 % P) 0,35 % K_2O (0,29 % K) v sušině kompostu A a 33,95 % organické hmoty, 0,73 % N, 0,72 % P_2O_5 (0,32 % P), 0,32 % K_2O (0,27 % K) v sušině kompostu B potvrzuje, že z PDO při vhodné volbě surovinové skladby je možné vyrobit kvalitní průmyslový kompost, který má nejen lepší průběh zrání než stávající Vitahum, ale ve srovnání s Vitahumem má i vyšší obsah normovaných živin, i když v důsledku vyšší biologické činnosti má v některých případech nižší obsah organických látek.

DISKUSE

Dosažené výsledky potvrzují, že v průběhu zrání Vitahumu dochází k rychlému využití mikrobiologicky lehce rozložitelných organických látek (Löbl, Košťalková, 1970), což se projevilo ve sníženém množství mikroorganismů (Löbl, Štiková, 1968; Novák, 1964, 1967; Štiková, 1973), a tím i v nízkých teplotách kompostové zakládky (Löbl, Váňa, 1970) a v omezeném zvyšování stability organických látek (Löbl et al., 1970). Přídavek 40 % drcených PDO v surovinové skladbě zvýšil teploty kompostové zakládky na 42–51 °C, zvýšil bazální respiraci a zastoupení mikroorganismů sledovaných kultivačních skupin, což se promítlo do postupného zvyšování stability organických látek. Drcené pevné domovní odpady je tedy možné souhlasně se zahraniční literaturou označit za surovinu vhodnou k výrobě průmyslových kompostů.

Literatura

- BOND, J. et al.: Handbook of Environmental Control. vol. II., The chemical Rubber Co. Cleveland USA, 1973.
- BRAUN, R.: Odstraňování pevného městského odpadu. Přednáška na sympoziu ČSVTS o odstraňování městského odpadu. Praha 15.–16. 4. 1970.
- GOTAS, H. B.: Composting Sanitary Disposal and Recyclation of Organic Wastes. Monografie WHO. 1956, sv. 31.
- HELMER, R.: Results of laboratory experiments on leaching from refuse deposits. 1973. Ibl. č. 11-12, s. 49.
- JONÁŠ, E. — NECHVÁTAL, J.: Výzkum využití a likvidace odpadních látek ze sídlišť a průmyslu. Studie. 1971.
- KOTT, V.: Výhledová skladba a množství pevných městských odpadů v hl. m. Praze do roku 1985. In: Sborník přednášek ze sympozia o odstraňování pevného domovního odpadu, 1970, s. 37-53.
- KOZOVA, J. — NOVÁKOVÁ, J.: Metody ke zjištění mikrobiálních pochodů v chlěvské mrvě uložené za studena a v kompostech. Rostl. Výroba, 2, 1956, s. 1037-1041.
- LÖBL, F. — KOŠATKOVÁ, J.: Mikrobiologická a biochemická hodnocení zrání kompostů z čerstvých drčených městských odpadů. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1970.
- LÖBL, F. — ŠTIKOVÁ, A.: Hodnocení mikrobiologických změn v kompostových základkách průmyslově vyráběného organického hnojiva. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1968.
- LÖBL, F. — ŠTIKOVÁ, A. — KULDOVÁ, M.: Mikroflóra a změny dusíku při zrání Vitahumu. Rostl. Výroba, 16, 1970, s. 91-100.
- LÖBL, F. — ŠTIKOVÁ, A. — VÁŇA, J. — KOŠATKOVÁ, J.: Microbiological Evaluation of the Course of Ripening in Crushed Solid Municipal Wastes. Rostlinná Výroba, 20, 1974, č. 8, s. 861-874.
- LÖBL, F. — VÁŇA, J.: Hodnocení možnosti zpracování čerstvých městských odpadů na organické hnojivo. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1970.
- NOVÁK, B.: Humifikace organických látek v kompostech. Vliv jakosti substrátu. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1964.
- NOVÁK, B.: Význam terminálních oxidací a oxidativních fosforylací při humifikaci. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1967.
- NOVÁK, B. — APFELTHALER, R.: Příspěvek k metodice stanovení respirace jako indikátoru mikrobiologických pochodů v půdě. Rostl. Výroba, 10, 1964, s. 145-150.
- PARRÁKOVÁ, E. — MÜLLER, W. — STRAUCH, D.: Hygienicko-mikrobiologické vyšetřování kompostu „Vitahum“. Symposium — Průmyslová výroba organických hnojiv v Č. Krumlově, 1970, s. 42-52.
- POKORNÁ-KOZOVA, J. — et al.: Zur Methodik der Feststellung der Ammonifizierung in Bodenproben. Zbl. Bakt. II, 18, 1964, s. 368-373.
- PÖPEL, F. — SCHIN, K. C.: Über Müllsammel- und Transportkosten unterschiedlich dicht besiedelter Gebiete. Stuttgarter Berichte, 1968.
- SALMOWSKI, K.: Untersuchung der wichtigsten chemischen Umwandlungen während der Kompostierung von Siedlungsabfällen, im Hinblick auf eine Verkürzung der Behandlungsdauer. Informationsblatt, 1965, č. 24, s. 15-16.
- ŠTIKOVÁ, A.: Mikrobiologické pochody v průmyslově vyráběných kompostech. [Kandidátská disertační práce.] Praha - Ruzyně, 1973. — VÚRV.
- ZETTERSTRÖM, R.: The Centralsug System for Automatic Refuse Collection. Tbl. 1973, č. 11/12, s. 82-86.

Došlo dne 3. 5. 1977

ЛОБЛ, Ф. — ШТИКОВА, А. — ШТИФТЕР, М. — ВАНЯ, Я. (Научно-исследовательские институты растениеводства, Прага - Рузыне): Технологические аспекты использования дробленных твердых бытовых отходов и процесс созревания промышленных компостов. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 967-976.

В СССР выпускается 1,5 · 10⁶ т промышленного компоста Витагум согласно чехословацкому ГОСТу 46 57 35. Для производства прежде всего берутся торф, капуцин, высежки городских свалок, канализационные осадки, дефекационная сахарная грязь и другие промышленные

отходы. Компостные закладки Витагума созревают при температурах около 30 °C и низкой микробиологической и биохимической активностях. Это подтверждает низкая базальная респирация (B) 3,23 мг CO₂ на 100 г сухого вещества в час, ее быстрое понижение с процессом созревания и значительное увеличение стабильности органических веществ, выраженные относительной респирацией NG : B. На компостном заводе нац. предпр. Рашелина, Удлице у Хомутова твердые бытовые отходы дробились на устройстве Гондард при 30 мм колоснике и производительности 5 т ч⁻¹. Наличие 235 кг твердых бытовых отходов на душу населения в год позволило, чтобы в выпускаемом Витагуме было использовано 40 % дробленных отходов, в которых содержится 26,13—28,43 % органической массы в сухом веществе. В результате использования дробленных отходов твердых бытовых отходов нормального своза (компост А) и селективно свезенных отходов из центрально отопляемых квартир (компост В) сильно размножились микроорганизмы изучаемых культивационных групп, главным образом бактерий на МПА, крахмальном и Торнтоновом агаре, в результате чего существенным образом увеличилась базальная респирация на 33,2—53,6 мг CO₂ на 100 г сухого вещества в час. В процессе созревания медленно понижается базальная респирация и несколько повышается относительная респирация NG : B. В результате увеличения микробиологической и биохимической активностей росла температура компостных закладок до 48—52 °C (среднедневные температуры), что отразилось в повышенных потерях органической массы. Содержание 30,16—33,95 % органической массы ниже, чем положено по чехословацкому ГОСТу, 0,67—0,73 % азота, 0,31—0,32 % Р и 0,27—0,29 % К в сухом веществе выше, чем положено по чехословацкому стандарту. Результаты подтверждают, что дробленные твердые бытовые отходы, следовательно, можно не только гигиенически использовать в промышленном компосте Витагума, но и ими существенным образом улучшить процесс его созревания.

технология производства компостов; твердые городские отходы; микробиологические и биохимические изменения; содержание органической массы и питательных веществ

LÖBL, F. — ŠTIKOVÁ, A. — ŠTIFTER, M. — VÁŇA, J. (Research Institutes for Crop Production, Praha-Ruzyně): *Technological Aspects of the Use of Crushed Solid Town Wastes and the Course of the Ripening of Commercial Composts*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 967-976.

Czechoslovak manufacturers produce 1.5 · 10⁶ t commercial compost Vitahum according to Czechoslovak Standard ČSN 46 57 35. The main components processed in the production of this compost are peat, slack coal, sieved material from municipal waste dumps, sewage sludges, carbonation scum, and other industrial wastes. The compost heaps of Vitahum ripen at about 30 °C and at a low microbiological and biochemical activity. This is proved by a low basal respiration (B) 3.23 mg CO₂ per 100 g of dry matter per hour, its rapid drop with the course of ripening, and considerable rise of the stability of organics, expressed by the relative respiration NG : B. In the compost-production plant of the Rašelina National Corp. at Údlice u Chomutova, solid household wastes were crushed by means of the Gondard crushing system with a 30 mm grate bar (performance 5 tons per hour). The amount of solid town wastes generated per head of population per annum was 235 kg; this made it possible to produce Vitahum containing 40 % of its content as crushed wastes with 26.13—28.43 % of organics in dry matter. The use of crushed household wastes normally collected (compost A) and collected selectively from centrally heated flats (compost B) resulted in a considerable multiplication of microorganisms of the studied cultivation groups, especially bacteria on MPA, starch agar, and Thornton's agar; owing to this, basal respiration increased to 33.2—53.6 mg CO₂ per 100 g dry matter per hour. As ripening went on, basal respiration gradually decreased and just a slow increase was observed in the relative respiration NG : B. The increase of microbiological and biochemical activity raised the temperature of ripening composts to 48—52 °C (average weekly temperatures) which, in turn, increased the losses of organic matter. The content of 30.16—33.95 % of organics is lower than required by the Czechoslovak State Standard; the content of 0.67—0.73 % N, 0.31—0.32 % P and 0.27—0.29 % K in dry matter is higher than required. The results show that crushed solid town wastes can not only be safely processed into the commercial compost Vitahum but also their use can greatly improve its ripening.

technology of compost production; solid town wastes; microbiological and biochemical changes; content of organic matter and nutrients

LÖBL, F. — ŠTIKOVÁ, A. — ŠTIFTER, M. — VÁŇA, J. (Forschungsinstitute der Pflanzenproduktion, Praha-Ruzyně): *Technologische Aspekte der Verwertung von zerkleinerten festen Haushaltsabfällen und Verlauf des Reifens von Industriekomposten*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 967-976.

In der ČSSR werden $1,5 \cdot 10^6$ t Industriekompost Vitahum nach der Tschechoslowakischen Norm 46 57 35 erzeugt. Bei der Produktion werden vor allem Torf, Kapuzin, durchsiebte Stadtabfälle, Kanalisationsschlämme und verschiedene Industrieabfälle verarbeitet. Die Vitahum-Kompostmieten reifen bei Temperaturen von ca. 30 °C und bei niedriger mikrobiologischer und biochemischer Aktivität. Dies wird durch niedrige Basalrespiration (B) 3,23 mg CO₂ je 100 g Trockensubstanz pro Stunde bestätigt, ferner durch ihre rasche Senkung im Verlaufe des Reifens und markanten Anstieg der Stabilität organischer Stoffe, ausgedrückt durch relative Respiration NG : B. In der Kompostierungsmiete des Nationalbetriebes Rašelina, Ůdlice bei Chomutov wurden Haushaltsabfälle auf der Einrichtung Gondard mit 30 mm Roststab und Leistung von 5 t ha⁻¹ zerkleinert. Das Auftreten von 235 kg Haushaltsabfällen für Einwohner pro Jahr ermöglichte, daß in dem erzeugten Vitahum 40 % zerkleinerte Abfälle mit Gehalt an 26,13–28,43 % organische Masse in der Trockensubstanz benutzt wurden. Durch Verwertung der zerkleinerten Haushaltsabfälle aus laufender Anfuhre (Kompost A) sowie der selektiv gesammelten Abfälle aus zentral geheizten Wohnungen (Kompost B), kam es zur markanten Vermehrung von Mikroorganismen bei den beobachteten Kultivierungsgruppen, namentlich von Bakterien auf MPA, Stärke- und Thornton's Agad, was die Basalrespiration auf 33,2–53,6 mg CO₂ je 100 g Trockensubstanz/Stunde erhöhte. Im Verlaufe des Reifens kommt es zu einer allmählichen Erhöhung der relativen Respiration NG : B. Durch Erhöhung der mikrobiologischen und biochemischen Aktivität stieg die Temperatur der Kompostmieten auf 48–52 °C (wöchentliche mittlere Temperaturen), was sich in höheren Verlusten bei der organischen Masse widerspiegelte. Der Gehalt von 30,16–33,95 % organischer Masse ist niedriger als von der Tschechoslowakischen Staatsnorm bestimmt wird, während 0,67–0,73 % N, 0,31–0,32 % P und 0,27–0,29 % K in der Trockensubstanz höher sind als die von der Tschechoslowakischen Norm vorgeschriebenen Werte. Die Ergebnisse bestätigen daher, daß zerkleinerte Haushaltsabfälle im Industriekompost Vitahum nicht nur hygienisch verarbeitet werden können, sondern daß durch ihre Verwertung der Reifeverlauf wesentlich verbessert wird.

Technologie der Kompostenerzeugung; feste Stadtabfälle; mikrobiologische und biochemische Veränderungen; Gehalt an organischer Masse und an Nährstoffen

Adresa autorů:

Ing. František Löbl, CSc., ing. Alena Štiková, CSc., ing. Miroslav Štifter, ing. Jaroslav Váňa, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

J. Zobač, J. Zubr

ZOBAČ, J. — ZUBR, J. (Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Agronomická účinnost průmyslových kompostů*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 977-984.

V exaktním polním pokusu na hnědé půdě v pokusné stanici Geosítě v Brlicích jsme v období 1972—1976 prokázali pozitivní vliv čerstvého drčeného domovního odpadu, kompostu z tohoto odpadu a kompostu z tohoto odpadu a kejdy prasat při samotné aplikaci a při společném organominerálním hnojení na agrochemické vlastnosti půdy, hrubou produkci, výnos suché hmoty, odběr, využití a výnosový efekt živin. Při samotné aplikaci se nejlépe uplatnil kompost z drčeného pevného domovního odpadu. Při společném organominerálním hnojení nebylo statisticky významného rozdílu v účinnosti použitých forem organických hnojiv. Nejprůmyslněji však účinnost minerálního dohnojení ovlivnil kompost z odpadů a kejdy prasat. Vyšší dávky průmyslových hnojiv nad 52 kg N, 48 kg P a 96 kg K na ha se na bázi použitých organických hnojiv neuplatnily.

průmyslově zpracované odpady; hnojení; agrochemické vlastnosti půdy; hrubá rostlinná produkce; výnos suché hmoty; využití a výnosový efekt živin

Průmyslové komposty doplňují sortiment organických hnojiv používaných v čs. zemědělství. Jejich využití pro zúrodnění půdy bude v některých lokalitách nejen účelné, ale i potřebné. Výroba kompostů umožní také efektivní asanaci životního prostředí a současně přispěje ke zlepšení bilance organických látek a živin v půdě.

Na zvýšení výnosů pěstovaných plodin po aplikaci průmyslově vyrobených kompostů z odpadů poukazují ve svých pracích Sauerlandt (1961), Hirschheydt (1967), Seiberth, Kick (1970), King Morris (1969), Williams (1972), Roszinski (1972), Thompson (1975) a další autoři.

V našich podmínkách uvádějí kladné výsledky s hnojením kompostovanými odpady v polních pokusech Löbl et al. (1970), Škarda, Zobač (1970), Škarda (1972), Zobač, Zubr (1976).

Ve své práci jsme se zaměřili na vyšetření agronomické účinnosti neupravených čerstvých drčených domovních odpadů (ČDDO), průmyslově zpracovaných drčených domovních odpadů na kompost (KstDO) a zpracovaných drčených domovních odpadů s kejdou prasat na kompost (KstDO + KJP), a to při různém organickominerálním hnojení v osevním postupu.

MATERIÁL A METODY

CHARAKTERISTIKA STANOVIŠTĚ

OVĚŘENÍ ÚČINNOSTI průmyslově zpracovaných odpadů se sleduje na pokusné stanici GS v Brilicích u Třeboně: jílovito-hlinitá hnědá půda (HP) oglejená – 6,0 pH (KCl); 9,00 mg P na kg; 130,00 mg K na kg; 101,00 mg Mg na kg; 0,0 % CaCO_3 1,23 % Cox. Průměrné roční srážky 627 mm, průměrná teplota 7,8 °C, nadmořská výška 433 m.

Osevní postup tříhonný se 67% zastoupením obilnin, v letech 1972–1976: bob na siláž, pšenice ozimá, ječmen jarní, bob na siláž, pšenice ozimá.

Hnojení (materiál)

1. Organická hnojiva (obsah organických látek a živin je uveden v tab. I.):

I. Výsledky chemických rozborů průmyslově zpracovaných odpadů použitých v pokuse (v procentech sušiny) – The results of chemical analyses of commercially processed wastes used in the experiment (percentage of dry matter)

Termín aplikace	Materiál	Sušina	OL	Nt	P	K
1972	ČDDO	*) 95,1	18,4	0,39	0,30	0,37
	KstDO	88,6	30,4	0,60	0,30	0,34
	KstDO + KjP	79,1	29,1	0,70	0,57	0,57
1975	ČDDO	*) 63,2	28,4	0,63	0,15	0,24
	KstDO	48,0	31,0	0,62	0,26	0,30
	KstDO + KjP	46,0	32,9	0,80	0,55	0,56

*) Vysoká sušina neupravených čerstvých drcených odpadů a kompostů použitých v roce 1972 je zapříčiněna výrobou těchto materiálů v laminátové hale na pokusné bázi ÚVR, Praha - Ruzyně ve Větrní u Českého Krumlova. Materiály, použité v roce 1975 byly vyrobeny na kompostárně v Údlicích u Chomutova na volné, nekryté ploše.

0 – nehnojená kontrola

ČDDO – čerstvé drcené domovní odpady byly připraveny drcením na kladivovém drtiči a aplikovány bez další úpravy. Maximální zrnitost drtě dosahovala 30 mm, velikost skleněných střepů nepřesahovala 3 mm.

KstDO – kompost z drcených domovních odpadů byl připraven ze samotných drcených domovních odpadů zráním na kompostové zakládce při třech technologických překopávkách v průběhu jedenáctidenní výroby.

KstDO + KjP – kompost z drcených domovních odpadů a kejdy prasat se liší od předešlého kompostu jen přidavkem 40 % kejdy prasat. Při zakládce a homogenizační překopávce bylo aplikováno 28 % kejdy prasat, zbývajících 12 % bylo dodáno při dalších třech technologických přehozích v průběhu jedenáctidenního procesu zrání.

2. Minerální hnojiva: O, N_1PK , N_2PK .

Dávky hnojiv (roční průměr)
organických:

ČDDO – 13,8 t ha^{-1} (2,5 t ha^{-1} organických látek OL), 54 kg N, 21 kg P, 28 kg K ha^{-1}

KstDO – 12,7 t ha^{-1} (2,2 t ha^{-1} OL), 43 kg N, 19 kg P, 22 kg K ha^{-1}

KstDO + KjP – 12,7 t ha^{-1} (2,0 t ha^{-1} OL), 52 kg N, 37 kg P, 38 kg K ha^{-1}

minerálních: P = 48 kg ha^{-1} , K = 96 kg ha^{-1} N_1 = 52 kg ha^{-1} , N_2 = 82 kg ha^{-1} .

Celková plocha pokusu 0,30 ha byla rozdělena na parcely o velikosti 11,3 X X 5,4 m. Ve čtyřech opakováních bylo sledováno 12 variant organickominerálního hnojení. Organická hnojiva byla aplikována dvakrát během doby sledování, vždy pod bob na siláž. Neupravené drcené domovní odpady a komposty byly rozmetány na podmítnutý pozemek na podzim a zaorány. Fosforečnými a draselnými hnojivy se hnojilo pod bob na siláž zásobně; fosforečnými na tři roky a draselnými na dva roky. Část stupňované dávky dusíkatého hnojení byla použita při seti, zbytek na list během vegetace. Sklízňové parcely 8,3 X 2,4 m se sklízely kombajnem odděleně.

VÝSLEDKY A DISKUSE

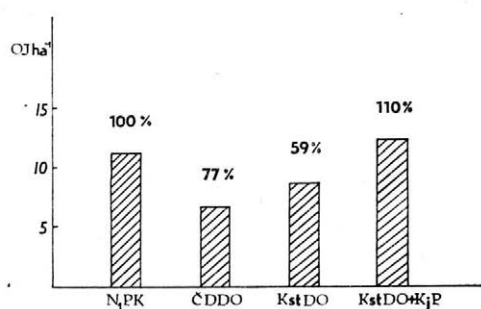
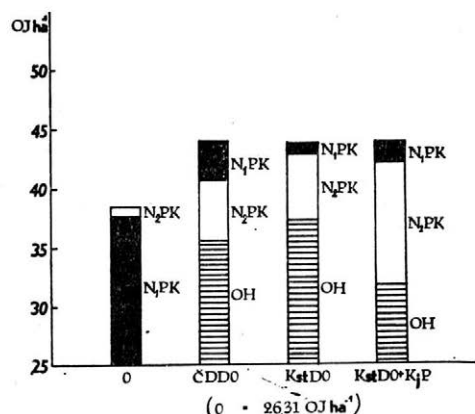
AGROCHEMICKÉ VLASTNOSTI PŮDY

Na slabě kyselé jílovitohlinité hnědé půdě působilo organické hnojení neupravenými ČDDO a komposty na půdní reakci příznivě (tab. II). Minerální hnojení jak při samotné, tak i společné aplikaci s organickými hnojivy okyseluje půdu. Pokles pH (KCl) stoupá v relaci se stupňovanou dávkou průmyslových hnojiv. ČDDO a komposty, zejména s průmyslovými hnojivy, přispěly na hnědé půdě ke zvýšení obsahu přístupného P a K vůči nehnojené kontrole. Obsah přístupných živin v půdě kolísá v rozpětí malé (P) a střední (K) zásoby. Dobrou zásobu přístupného hořčíku v půdě organické ani minerální hnojení, kromě ČDDO, pozitivně neovlivnilo.

II. Vliv průmyslově zpracovaných odpadů a stupňovaného minerálního hnojení na agrochemické vlastnosti — hnědé půdy (roční průměr za období 1972—1976) — The effect of commercially processed wastes and graded mineral fertilization on the agrochemical properties of brown forest soil (annual average for the 1972—1976 period)

Varianty hnojení	pH na KCl	P	K	Mg
		mg kg ⁻¹		
O	5,2	9	105	101
N ₁ PK	5,1	10	110	99
N ₂ PK	4,8	18	136	95
ČDDO	5,7	13	133	106
ČDDO + N ₁ PK	5,7	16	127	107
ČDDO + N ₂ PK	5,6	19	137	103
KstDO	6,0	15	131	96
KstDO + N ₁ PK	6,0	19	121	86
KstDO + N ₂ PK	5,9	35	135	86
KstDO + K _j P	5,7	21	140	89
KstDO + K _j P + N ₁ PK	5,5	17	116	88
KstDO + K _j P + N ₂ PK	5,3	19	122	85

V porovnání s nehnojenou kontrolou zvýšilo hnojení hrubou rostlinnou produkcí o 20–67 % (obr. 1). Samotné organické hnojení zvýšilo výnos o 20–41 %, průmyslové hnojení o 42–45 %, organickominerální hnojení o 56–67 %. Nejefektivněji se uplatnilo organické hnojení při střední dávce N_1PK v průmyslových hnojivech. Dalším stupňováním minerálního hnojení na bázi organických hnojiv došlo k výnosové depresi. Nejvyšší účinnost dosáhla dávka N_1PK na bázi KstDO + Kjp. Účinnost N_1PK byla při společném organickém hnojení s Kst DO + Kjp o 10 % vyšší než při samotném minerálním hnojení (obr. 2).



1. Vliv průmyslově zpracovaných odpadů a stupňovaného minerálního hnojení na zvýšení hrubé produkce osevního postupu v OJ na ha (0 = 26,31 OJ na ha); (roční průměr za období 1972–1976) – The effect of commercially processed wastes and graduated mineral fertilization on the increase of gross output from the crop rotation, expressed as grain units per ha (0 = 26,31 grain units per ha); (annual average for the 1972–1976 period)

2. Vliv průmyslově zpracovaných odpadů na zvýšení hrubé produkce (OJ na ha) dávky N_1PK (52 kg N + PK na ha) při společném organominerálním hnojení vůči samotné aplikaci N_1PK (roční průměr za období 1972–1976) – The effect of commercially processed wastes on the increase of gross output (grain units per ha), waste application being combined with N_1PK (52 kg N + PK per ha), comparison with N_1PK application alone (annual average for the 1972–1976 period)

VÝNOS SUCHÉ HMOTY

Při nejnižších hodnotách na nehnojených kontrolách zvýšilo organické hnojení výnos suché hmoty o 26–45 %. Nejlépe působil KstDO; ČDDO (76 %) ani KstDO + Kjp (58 %) této úrovně nedosahují (tab. III). Účinnost samotných průmyslových hnojiv je jen o 9 % vyšší než účinnost nejlepšího KstDO. Organickominerální hnojení zvýšilo výnosy suché hmoty o 67–75 % a sice v pořadí ČDDO > KstDO + Kjp > KstDO vůči nehnojeným kontrolám. Tohoto zvýšení dosáhla na bázi organických hnojiv pouze dávka N_1PK . Další stupňování této dávky průmyslových hnojiv vyvolalo již výnosovou depresi.

III. Vliv průmyslově zpracovaných odpadů a stupňovaného minerálního hnojení na výnos suché hmoty osevního postupu (roční průměr za období 1972–1976) – The effect of commercially processed wastes and gradated mineral fertilization on the yield of dry matter in the crop rotation (tons per ha) (annual average for the 1972–1976 period)

Varianty hnojení	Výnos suché hmoty t ha ⁻¹	Index 0 = 100 %	Zvýšení výnosu suché hmoty t ha ⁻¹
O	4,47	100	—
N ₁ PK	6,53	146	2,06
N ₂ PK	6,67	149	2,20
ČDDO	5,98	134	1,51
ČDDO + N ₁ PK	7,84	175	3,37
ČDDO + N ₂ PK	7,39	165	2,92
KstDO	6,49	145	2,02
KstDO + N ₁ PK	7,48	167	3,01
KstDO + N ₂ PK	7,18	161	2,71
KstDO + K _j P	5,65	126	1,18
KstDO + K _j P + N ₁ PK	7,70	172	3,23
KstDO + K _j P + N ₂ PK	7,53	168	3,06

IV. Vliv průmyslově zpracovaných odpadů a stupňovaného minerálního hnojení na využití a výnosový efekt odebraných živin (roční průměr za období 1972–1976) – The effect of commercially processed wastes and gradated mineral fertilization on the utilization and yield effect of nutrients taken up (annual average for the 1972–1976 period)

Varianty hnojení	Využití živin			Výnosový efekt odebraných živin		
	N	P	K	N	P	K
	%			kg kg ⁻¹		
O	—	—	—	55	364	100
N ₁ PK	44	13	24	62	351	96
N ₂ PK	40	9	26	58	406	96
ČDDO	49	15	63	55	387	96
ČDDO + N ₁ PK	38	8	23	64	432	107
ČDDO + N ₂ PK	40	9	29	54	392	91
KstDO	33	14	84	68	437	102
KstDO + N ₁ PK	24	11	35	71	386	87
KstDO + N ₂ PK	20	5	27	67	456	93
KstDO + K _j P	18	4	28	62	408	101
KstDO + K _j P + N ₁ PK	42	4	25	61	503	98
KstDO + K _j P + N ₂ PK	21	4	31	69	480	87

Z použitých forem průmyslově zpracovaných odpadů měl nejvýraznější vliv na účinnost dávky N_1PK KstDO + KJP (+2,06 t ha⁻¹). (Pro srovnání činil tento přírůstek výnosu na ČDDO 1,85 t ha⁻¹ a na KstDO jen 0,99 t ha⁻¹.)

VYUŽITÍ A VÝNOSOVÝ EFEKT ŽIVIN

Využití NPK živin, vypočítané z přírůstku odběru živin vůči nehnojeným kontrolám, se stupňovanými dávkami klesá (tab. IV).

Z průmyslově zpracovaných odpadů byly živiny nejlépe využity u ČDDO. Zpracováním těchto drcených odpadů na KstDO, příp. spolu s kejdou prasat na KstDO + KJP, toto využití živin vlivem imobilizace živin klesá. Využití živin z ČDDO bylo vyšší než u samotných průmyslových hnojiv, která při společném organominerálním hnojení využití živin z organických hnojiv snižují. Výjimkou je pouze využití N u KstDO + KJP, který nejvýznamněji ovlivnil účinnost minerálního přihnojení v dávce N_1PK .

S využitím živin úzce souvisí i jejich výnosový efekt. Lze konstatovat, že čím vyšší bylo využití živin, tím nižší byl výnosový efekt odebraných živin rostlinou (tab. IV).

V převážné většině případů je výnosový efekt živin na hnojených variantách vyšší než na nehnojené kontrole. Zároveň zjišťujeme, že u neefektivnějších kombinací organominerálního hnojení u všech průmyslově zpracovaných odpadů při dávce N_1PK je výnosový efekt živin nejvyšší.

Využití a výnosový efekt odebraných živin úzce koreluje s odběrem živin. Při nejnižších hodnotách na nehnojených kontrolách (81,6 kg N, 12,3 kg P, 44,9 kg K na ha) stoupá odběr živin v závislosti na stupňovaných dávkách NPK živin. Odběr NP živin však stoupá pomaleji než výnosy suché hmoty. S tím souvisí i klesající koncentrace N a P. Tento vztah není u K zcela jednoznačný, poněvadž jeho odběr stoupá rychleji než výnos suché hmoty, většinou při nejvyšších dávkách živin.

Tyto vztahy názorně dokládají regresní a korelační koeficienty. V průměrných hodnotách organominerálního hnojení zjišťujeme, že pro zvýšení odběru 1 kg N, 1 kg P a 1 kg K je třeba v hnojivech dodat 2,21 kg N ($r = 0,79^{++}$), 6,74 kg P ($r = 0,55$) a 3,54 kg K ($r = 0,90^{++}$), pro zvýšení výnosu suché hmoty plodin o 1 t nutno dodat 37,3 kg N ($r = 0,88^{++}$), 24,9 kg P ($r = 0,91^{++}$) a 45,0 kg K ($r = 0,91^{++}$) a pro zvýšení výnosu suché hmoty plodin o 1 t nutno rostlinami odebrat 11,8 kg N ($r = 0,79^{++}$), 1,5 kg P ($r = 0,66^{+}$) a 11,7 kg K ($r = 0,92^{++}$).

Všechny použité formy průmyslově zpracovaných odpadů přispěly k vyrovnané výživě rostlin, bez nepříznivých výkyvů, které by ohrožily příjem, využití a výnosový efekt živin.

Literatura

- HIRSCHHEYDT, A.: Über den Wert von Müllkompost für den Verbraucher Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz an der ETH Zürich, 1967.
- KING, L. D. — MORRIS, H.: Municipal compost for crop production. Georgia agric. Res., 10, 1969, č. 3, s. 10-12.
- LÖBL, F. — KOTOUČ, M. — VÁŇA, J. — SALINGER, J.: Vliv kompostů vyrobených z drtě čerstvých městských odpadů na výnosy brambor. In: Sborník symposium Průmyslová výroba organických hnojiv, Český Krumlov, listopad 1970, s. 154-162.

ROSZINSKI, R.: Verwertung unterschiedlich vorbehandelter Müll — Abwasserfaulschlamm-komposte durch verschiedene Feldfrüchte auf Sandboden. Z. Kulturtechn. Flurbereinig, 13, č. 5, 1972, s. 279-288.

SAUERLANDT, W.: Beurteilung verschieden aufbereiteter Müllkomposte mittels des Feldversuches. Informationsblatt, 13, 1961, s. 21-29.

SEIBERTH, W. — KICK, N.: Ein zwölfjähriger Freilandversuch zur Wirkung von Müll- und Klärschlammkomposten, Stallmist und Stroh auf Ertrag, Nährstoff- und Humushaushalt des Bodens. Landwirtschaftliche Forschung, Sv. XXIII, 1970, č. 1, s. 13-22.

ŠKARDA, M.: Vyhodnocení agronomické účinnosti různých způsobů využívání zpracovaných odpadů ke hnojení [Dílčí závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1972.

ŠKARDA, M. — ZOBAČ, J.: Účinnost průmyslových kompostů v polních podmínkách. In: Sborník symposium Průmyslová výroba organických hnojiv, Český Krumlov, listopad 1970, s. 23-32.

THOMPSON, R.: How farmers can reduce fertilizer bills by using on — farm wastes and urban sludge. Compost Sci., 16, 1975, č. 3, s. 14-15.

WILLIAMS, D. E.: Utilization of municipal organic wastes as agricultural fertilizers. Compost Sci., 13, 1972, č. 1, s. 26-28.

ZOBAČ, J. — ZUBR, J.: Vliv průmyslově vyráběných kompostů na výnos kvěťáku. Rostl. Výroba, 22, 1976, č. 1, s. 101-112.

Došlo dne 3. 5. 1977

ЗОБАЧ, Й. — ЗУБР, Я. (Институт питания растений, Научно-исследовательские институты растениеводства, Прага - Рузыне): *Агрономическая эффективность минеральных ком- постов*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 977-984.

В точном полевом опыте на бурой почве в подопытной станции Геосите в Бржилицях в 1972—1976 гг. нами было доказано положительное влияние свежих дробленных бытовых отходов, компоста из этих отходов и компоста из этих отходов и кейды свиней при самом применении и вместе с органо-минеральным удобрением на агрохимические свойства почвы, валовую продукцию, выход сухой массы, усвоение, использование и эффект выхода питательных веществ. При самом применении наилучшим оказался компост из дробленных бытовых отходов. При внесении вместе с органо-минеральным удобрением не было установлено статистически значимых различий в эффективности примененных форм органических удобрений. Однако, лучше всего эффективность минерального дополнительного удобрения обусловил компост из отходов и кейды свиней. Повышенные дозы минеральных удобрений свыше 52 кг азота, 48 кг Р и 96 кг К на га на базе применяемых органических удобрений не проявились.

промышленно обработанные отходы; удобрение; агрохимические свойства почвы; валовая растительная продукция; выход сухой массы; использование и эффект выхода питательных веществ

ZOBAČ, J. — ZUBR, J. (Institute of Plant Nutrition, Research Institutes for Crop Production, Praha - Ruzyně): *Agronomical Effectiveness of Commercially Produced Composts*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 977-984.

An exact field experiment was performed on brown forest soil at the Břilice station of the Geo-network in 1972—1976, to study the effects of fresh crushed household wastes, compost from these wastes and compost from these wastes plus pig slurry in separate application or in combination with organomineral fertilization; all variants of this fertilization were found to exert a positive influence upon the agrochemical properties of soil, on gross production, dry matter yield, uptake, utilization, and yield effect of nutrients. In separate application, the best effect was obtained with compost from crushed solid household wastes. In combined organomineral fertilization no statistically significant difference was found in the effectiveness of the applied forms of organic manure. However, the effectiveness of mineral dressing was best influenced by compost from household wastes and pig slurry. Higher application rates of commercial fertilizers above 52 kg N, 48 kg P, and 96 kg K per ha were not effective with organic manuring as described above.

commercially processed wastes; fertilization; agrochemical properties of soil; gross plant production; dry matter yield; utilization and yield effect of nutrients

ZOBAČ, J. — ZUBR, J. (Institut für Pflanzenernährung, Forschungsinstitute der Pflanzenproduktion, Praha - Ruzyně): *Agronomische Wirksamkeit von Industriekomposten*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 977-984.

In einem exakten Feldversuch auf Braunboden in der Versuchsstation des Geonetzes in Břilice wurde in der Zeitperiode 1972–1976 der positive Einfluß des frischen zerkleinerten Haushaltsabfalls, ferner des Kompostes aus diesem Abfall und des Kompostes aus diesem Abfall mit Schweinegülle auf agrochemische Bodeneigenschaften, Bruttoproduktion, Trockenmasseertrag sowie Entnahme, Verwertung und Ertragseffekt der Nährstoffe nachgewiesen, u. zw. sowohl bei alleiniger Applikation als auch bei gemeinsamer organo-mineralischer Düngung. Bei alleiniger Applikation bewährte sich am besten Kompost aus zerkleinertem festem Haushaltsabfall. Bei gemeinsamer organo-mineralischer Düngung wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Wirksamkeit der benutzten Formen organischer Düngemittel festgestellt. Die Wirksamkeit der Mineralzusatzdüngung wurde jedoch am günstigsten durch Kompost aus Abfällen und Schweinegülle beeinflußt. Höhere Handelsdüngergaben als 52 kg N, 48 kg P und 96 kg K ha⁻¹ haben sich auf Basis der benutzten organischen Düngemittel nicht geltend gemacht.

industriemäßig verarbeitete Abfälle; Düngung; agrochemische Bodeneigenschaften; Bruttopflanzenproduktion; Trockenmasseertrag; Verwertung und Ertragseffekt der Nährstoffe

Adresa autorů:

Ing. Jiří Z o b a č, Jan Z u b r, Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Z. Bönischová

BÖNISCHOVÁ, Z. (Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Vliv močůvky na rostlinu*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 985-992. V nádobovém pokusu jsme v přímém i následném působení na těžké hnědozemí a lehké hnědé půdě prokázali pozitivní vliv stupňovaných dávek močůvky na výnos čerstvé a suché hmoty kukuřice a následné hořčice na odběr živin rostlin a výnosový efekt odebraného N a přírůstku odběru N. Co se týká vlivu na tyto ukazatele, blíží se močůvka svou účinností nebo je stejná i lepší než účinnost ekvivalentních dávek průmyslových hnojiv hlavně na hnědozemí a zvláště v následném působení. Výnosový efekt odebraného N je u močůvky na obou půdách vyšší než u ekvivalentní dávky NPK živin v průmyslových hnojivech.

hnědozem; hnědá půda; kukuřice na zeleno; hořčice; močůvka; ekvivalentní NPK živiny v průmyslových hnojivech; výnos čerstvé hmoty; výnos suché hmoty; odběr živin; využití N; výnosový efekt N

Močůvka, hodnotné dusíkato-draselné hnojivo, je stále zemědělskou praxí nedoceněna. Průzkumem v 72 okresech ČSR bylo zjištěno, že minimálně 30 % vyprodukované močůvky se likviduje (Š k a r d a, D y m á k, 1973). Touto likvidací ztrácí čs. zemědělství každoročně více než 15 tis. t N a 30 tis. t K. Po odečtení se v ČSR produkuje 1,96 t močůvky na 1 ha z. p. (Š k a r d a, D y m á k, 1975).

Hnojivá účinnost močůvky je poměrně velká, zvláště na travních porostech (Br ü n n e r et al., 1966; K ö n i g, 1950; M o l e n et al., 1959; Z ü r n, 1968; K l a p p, P a r r e y, 1971). Nejvyšší přírůstky výnosů na travních porostech byly získány při aplikaci močůvky koncem zimy a na jaře. Močůvka snižovala zastoupení motýlokvětých rostlin v porostu v menší míře než minerální dusík a nezhoršovala kvalitu píce. Na travních porostech Státního statku Velká Lomnice bylo vlivem močůvky sklizen o 2,0 t ha⁻¹ sena více než v letech, kdy se nemočůvkovalo (B u c k o, 1960).

Se zřetelem k těmto pozitivním výsledkům a také proto, abychom zvýšili zájem zemědělců o močůvku, zaměřili jsme se v prvních letech šesté pětiletky na prověření účinnosti močůvky na orné půdě. V modelových pokusech jsme sledovali vliv přímého a následného vlivu močůvky na výnosy plodin, odběr živin rostlinou a jejich poměr, využití a výnosový efekt dusíku. V této práci předkládáme první výsledky.

MATERIÁL A METODY

Nádobový pokus jsme založili na jaře roku 1976 ve vegetační fóliové hale ÚVR v Praze - Ruzyni.

Půda :

a) hlinitojílovitá hnědozem (HM) na spraši (Ruzyně) 7,2 pH (KCl); 120 mg N na kg; 49 mg P na kg; 117 mg K na kg; 1,78 % humusu;

b) hlinitopísčité hnědá půda (HP) na vátém písku (Mělník) 7,6 pH (KCl); 70 mg N na kg; 54 mg P na kg; 106 mg K na kg; 1,02 % humusu.

První plodina — kukuřice na zeleno, odrůda 'CE 250' (Ks), následná plodina — hořčice, odrůda 'Přerovská bílá' (Hč).

Použitá hnojiva

Organická — močůvka (Mč):

I. Chemická charakteristika močůvky (v %) — Chemical characteristics of dungwater

Sušina	N	P	K	Na	Ca	Mg	pH
1,58	0,267	0,091	0,246	0,225	0,003	0,014	8,68

II. Dávky močůvky a množství dodaných NPK živin v g na nádobu — The application rates of dungwater and the amount of NPK fertilizers (in g) supplied per pot

Varianty hnojení	Dávka		N		P		K	
	HM	HP	HM	HP	HM	HP	HM	HP
Mč I	540	270	1,44	0,72	0,50	0,25	1,32	0,66
Mč II	810	540	2,16	1,44	0,75	0,50	1,98	1,32
Mč III	1080	810	2,88	2,16	1,00	0,75	2,64	1,98

Minerální:

Ekvivalentní dávky NPK živin jsme dodali do půdy ve formě $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; NaH_2PO_4 ; K_2SO_4 .

Založení a ošetření nádobového pokusu

Pokus jsme založili v Mitscherlichových nádobách s navázkou 5 kg zeminy (HM i HP). Každá varianta byla čtyřikrát opakována. Dávku močůvky a NPK živin jsme rovnoměrně zapravili do celého profilu nádoby. Do každé nádoby jsme zaseli devět zrn kukuřice. Porost jsme vyjednotili na pět rostlin. Během vegetace jsme zalévali vodou podle potřeby. Po sklizni jsme vyjmuli kořeny a odebrali vzorky půd z každé nádoby a zaseli následnou hořčici. Vyseli jsme 25 semen na nádobu a vyjednotili na 20 rostlin. Po sklizni následné plodiny jsme opět odebrali vzorky půd k analýzám. U rostlin a kořenů obou plodin jsme vážili čerstvou a suchou hmotu.

VÝSLEDKY A DISKUSE

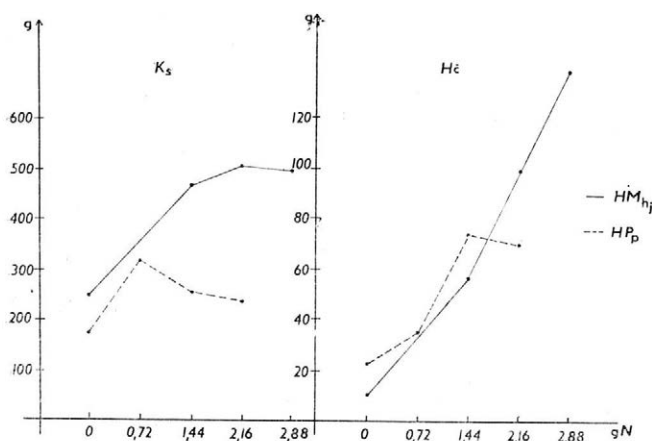
VÝNOS ČERSTVÉ HMOTY

Na hnědozemi stoupá výnos čerstvé hmoty kukuřice pouze do dávky 2,16 g N v močůvce (Mč). Další stupňování dávky N vyvolalo výnosovou depresi, která však je výrazně nižší než po ekvivalentní III. dávce NPK_E

V následném působení sleduje výnos hořčice trend stupňovaných dávek močůvky. V přímém působení se účinnost vyrovná účinnosti NPK_E, v následném působení je však významně vyšší (tab. III, obr. 1).

III. Vliv močůvky a ekvivalentních dávek NPK živin v průmyslových hnojivech na výnos čerstvé hmoty kukuřice na zeleno a hořčice — The effect of dungwater and equivalent NPK nutrient doses supplied in commercial fertilizers on the yield of the fresh matter of green maize and mustard

Varianty hnojení	Výnos čerstvé hmoty v g na nádobu			
	kukuřice na zeleno		hořčice	
	HM	HP	HM	HP
O	247,5 (100)	175,0 (100)	10,3 (100)	22,0 (100)
Mč I.	470,0 (190)	317,5 (181)	58,8 (571)	34,5 (157)
Mč II.	505,0 (204)	253,8 (145)	96,5 (937)	74,5 (339)
Mč III.	502,5 (203)	240,0 (137)	140,0 (1359)	59,8 (272)
NPK _E I.	478,8 (193)	386,3 (221)	41,3 (401)	32,5 (148)
NPK _E II.	520,0 (210)	462,5 (264)	91,0 (883)	55,5 (259)
NPK _E III.	418,8 (169)	427,5 (244)	120,3 (1168)	80,5 (366)



1. Vliv stupňovaných dávek dusíku v močůvce na výnos čerstvé hmoty kukuřice na zeleno na hnědozemí a hnědé půdě — The effect of graduated nitrogen application rates in dungwater on the yield of green maize fresh matter on gray-brown podzolic soil and brown forest soil

Na hnědé půdě postačila nejnižší dávka Mč, k nejvyššímu výnosu kukuřice. Další stupňování dávek Mč výnos snižovalo. Účinnost NPK_E byla v přímém působení výrazně lepší než účinnost Mč. Hlavním důvodem bylo neúměrné převlhčení lehké písčité půdy při aplikaci Mč nad 0,72 g N na nádobu. Toto převlhčení se negativně uplatnilo i v následném působení u III. dávky Mč. Následné působení Mč bylo, ve srovnání s NPK_E, až do dávky 1,44 g N na nádobu významně vyšší (tab. III, obr. 1).

VÝNOS SUCHÉ HMOTY

Výnos suché hmoty obou pěstovaných plodin odpovídá vlivu stupňovaných dávek Mč i NPK_E na výnos čerstvé hmoty (tab. IV).

IV. Vliv močůvky a ekvivalentních dávek NPK živin v průmyslových hnojivech na výnos suché hmoty nadzemní části rostlin a kořenů — The effect of dungwater and equivalent NPK nutrient doses supplied in commercial fertilizers on the yield of the dry matter of the above-ground parts and roots of the plants

Varianty hnojení	Výnos suché hmoty nadzemní části rostlin (g na nádobu)						Výnos suché hmoty kořenů (g na nádobu)	
	HM			HP			HM	HP
	Ks	Hč	celkem	Ks	Hč	celkem	Ks	Ks
O	35,2	2,1	37,3 (100)	22,3	2,8	251 (100)	44,7 (100)	24,9 (100)
Mč I.	58,5	9,8	68,3 (184)	36,4	4,1	40,5 (161)	24,3 (55)	21,5 (86)
Mč II.	59,2	11,9	71,1 (191)	35,9	10,1	46,0 (183)	23,3 (52)	12,1 (49)
Mč III.	59,0	18,3	77,3 (207)	26,5	9,0	35,5 (142)	23,3 (52)	10,0 (41)
NPK _E I.	50,0	6,5	56,5 (151)	51,0	4,4	55,4 (221)	25,2 (56)	20,2 (81)
NPK _E II.	61,9	12,6	74,5 (200)	49,1	8,6	57,7 (230)	25,0 (56)	18,5 (74)
NPK _E III.	51,4	14,0	65,4 (175)	43,0	12,0	55,0 (220)	20,8 (47)	18,3 (73)

Lze konstatovat, že na hnědozemí se močůvka významně uplatnila v přímém i následném působení. Její účinnost byla celkově vyšší než účinnost NPK_E živin, zvláště u Mč I. a Mč III, při jejímž použití se výnos suché hmoty vůči NPK_E III. zvýšil téměř o 20 %.

Na hnědé půdě byla celkově účinnost NPK_E dávek vyšší než účinnost odpovídajících dávek Mč; např. u III. dávky vyšší o více než 50 %. Ovšem jak dokazuje vyšší následné působení, rozhodující úlohu sehrál nepoměr vody a vzduchu v písčité půdě po aplikaci močůvky.

Výnos suché hmoty kořenů byl na obou typech nehnojené půdy nejvyšší. Hnojení Mč a NPK_E výnos na obou typech půdy snížilo, na HM o 44–53 %, na HP o 14–59 %. Stupňované dávky Mč a NPK_E na HM a NPK_E pokles výnosu významně neovlivnily. Pouze na HP se vlivem přemokření pokles výnosu stupňováním dávek Mč prohloubil.

ODBĚR ŽIVIN

Při nejnižších hodnotách na nehnojených kontrolách sleduje odběr NPK živin na hnědozemí trend stupňovaných dávek Mč i NPK_E. Na hnědé půdě zjišťujeme tuto tendenci u Mč do dávky 1,44 g N na nádobu a u NPK_E ve všech dávkách NPK živin, kromě III. dávky u N (tab. V).

Varianta hnojení	Odběr živin rostlinou (g na nádobu)					
	N		P		K	
	HM	HP	HM	HP	HM	HP
O	0,57 1	0,33 1	0,08 0,14	0,05 0,15	0,75 1,32	0,35 1,06
Mč I.	1,61 1	0,73 1	0,09 0,06	0,06 0,08	1,43 0,89	0,71 0,97
Mč II.	1,63 1	1,14 1	0,10 0,06	0,09 0,08	1,49 0,91	0,88 0,77
Mč III.	2,30 1	1,04 1	0,13 0,06	0,07 0,07	2,35 1,02	0,75 0,72
NPK_E I.	1,50 1	1,10 1	0,17 0,11	0,13 0,12	0,87 0,58	0,78 0,71
NPK_E II.	2,70 1	2,17 1	0,28 0,10	0,23 0,11	1,22 0,45	0,89 0,41
NPK_E III.	2,79 1	1,90 1	0,26 0,09	0,28 0,15	1,27 0,46	0,95 0,50

Vlivem močůvky stoupá na obou půdách výnos suché hmoty pomaleji než odběr N a K na hnědé půdě, ale rychleji než odběr P.

Tím se při hnojení Mč výrazně zužuje poměr N:P, a N:K a rozšiřuje poměr P:K vůči nehnojeným kontrolám.

Při NPK_E hnojení se odběr N a P zvýšil více než hnojením Mč. Jejich poměr se také zužuje, zvláště na HM při současně zúženém poměru P:K a N:K vůči nehnojeným kontrolám.

VYUŽITÍ A VÝNOSOVÝ EFEKT DUSÍKU

Využití dodaného dusíku z Mč bylo na obou půdách nejvyšší u nejnižších dávek. Se stupňovanými dávkami se toto využití snižuje. Zjištěné hodnoty byly na hnědozemí vyšší než na hnědé půdě. Na obou půdách bylo využití N u NPK_E dávek vyšší. V průměru dosahuje využití N z Mč na HM 76 % a na hnědé půdě 53 % využití N při aplikaci NPK_E dávek, které bylo na rozdíl od Mč vyšší na HP než HM (tab. VI).

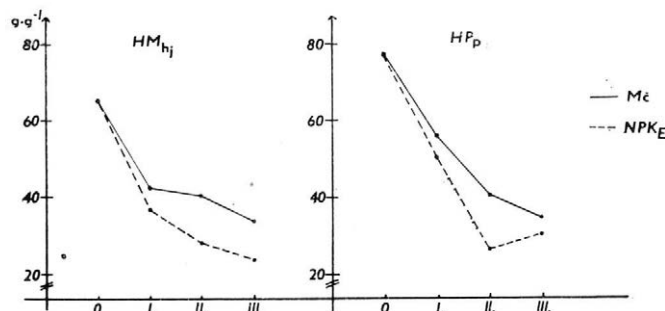
Výnosový efekt odebraného N byl na obou pokusných půdách nejvyšší na nehnojených kontrolách s nejlepším poměrem odebraných živin (tab. VI).

Při hnojení Mč byl výnosový efekt odebraného N na obou půdách a ve všech ošetřených variantách vyšší než při hnojení NPK_E . Se stupňovanými dávkami Mč i NPK_E tento výnosový efekt klesá. To souvisí především s tím, že výnosy plodin stoupají pomaleji než odběr N, čímž koncentrace N v rostlině stoupá a také tím, že se zužuje výrazně poměr P a K ku N, zvláště N:P u Mč a N:K u NPK_E .

VI. Využití dodaného dusíku a výnosový efekt odebraného N — The utilization of nitrogen supplied and the yield effect of nitrogen taken up

Varianty hnojení	HM		HP	
	využití N (%)	výnosový efekt N (g)	využití N (%)	výnosový efekt N (g)
O	—	65,4	—	76,1
Mč I.	72 (111)	42,4 (112)	56 (56)	55,5 (110)
Mč II.	50 (50)	40,6 (147)	56 (56)	40,5 (152)
Mč III.	60 (78)	33,7 (144)	33 (45)	34,1 (118)
NPK _E I.	65 (100)	37,7 (100)	100 (100)	50,4 (100)
NPK _E II.	99 (100)	27,6 (100)	100 (100)	26,6 (100)
NPK _E III.	77 (100)	23,4 (100)	73 (100)	28,9 (100)

Tyto vztahy také potvrzuje výnosový efekt přírůstu odběru N vůči nehnojené kontrole (obr. 2), který také se stupňovanými dávkami živin klesá.



2. Porovnání vlivu stupňovaných dávek močůvky s ekvivalentními dávkami průmyslových hnojiv na výnosový efekt dusíku na hnědozemí a hnědé půdě — Comparison of the effect of gradated application rates of dungwater with equivalent doses of commercial fertilizers, as influencing the yield effect of nitrogen on gray-brown podzolic soil and brown forest soil

Literatura

- BRÜNNER, F. et al.: Das wirtschaftseigene Futter. 1966, č. 12, s. 201.
 BUCKO, R.: Zemědělská výroba v horských a podhorských oblastech, 1960, s. 80-90.
 CASTLE, M. E. — DRYSDALE, A. D.: Journal of agricultural Science. 67, 1966, s. 397.
 DUCHOŇ, F.: Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských 1948, s. 149-159.
 GERTH, A.: Die Bedeutung der Jauche. Dt. landw. Presse, 91, 1968, č. 32, s. 6.
 KLAPP, E. — PAREY, P.: Wiesen und Weiden. 1971, s. 220-225.
 KÖNIG, F.: Die Rolle der Nährstoffversorgung bei der Leistungssteigerung der Wiese, Ldw. Jahrbuch für Bayern, 27, 1950.

MOLÉN, H. van der et al.: Die moderne Grünlandwirtschaft in den Niederlanden, Ruhrstickoff, 1959, č. 8.

ŠKARDA, M.: Organické hnojení z hlediska ochrany prostředí. In: Sborník referátů z konference „Vliv chemizace rostlinné výroby na jakost produktů a životní prostředí“. Dům techniky ČVTS Ostrava – listopad 1976, s. 111-131.

ŠKARDA, M. – APLTAUER, J.: Hnojení slámou. Metodiky ÚVTI, 1972, č. 24-25.

ŠKARDA, M. – DYMÁK, V.: Průzkum stavu organického hnojení v ČSSR a jeho vlivu na půdní úrodnost, koloběh a bilanci organických látek a živin v zemědělství. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1973.

ŠKARDA, M. – DYMÁK, V.: Vyhodnocení výsledků průzkumu stavu organického hnojení a jeho vlivu na půdní úrodnost v ČSR. Rostl. Výroba, 21, 1975, č. 3, s. 273-275.

ŠKARDA, M. et al.: Hnojení kejdou skotu. Metodiky ÚVTI, 1974, č. 23-24.

ZÜRN, F.: Neuzeitliche Düngung des Grünlandes. Dt. Landwirtschaftsgesellschaft, 1968.

Došlo dne 3. 5. 1977

БОНИШОВА, З. (Институт питания растений, Научно-исследовательские институты растениеводства, Прага - Ружыне): Влияние навозной жижи на растение. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 985-992.

В вегетационных сосудах при непосредственном и последующем действии на тяжелом буроземе и легкой бурой почве нами было доказано положительное влияние дифференцированных доз навозной жижи на выход свежей и сухой массы кукурузы и урожай последующей горчицы, на усвоение питательных веществ растениями и на эффект выхода усвоенного азота и прироста усвоения азота. По влиянию на эти показатели навозная жижа приближается – такая же или даже лучше, чем эффективность эквивалентных доз – к минеральным удобрениям, главным образом на буроземе, и особенно в последующем действии. Эффект выхода усвоенного азота у навозной жижи на обеих почвах выше, чем у эквивалентных доз NPK питательных веществ в минеральных удобрениях.

бурозем; бурая почва; кукуруза на зеленый корм; горчица; навозная жижа; эквивалентные дозы; NPK питательные вещества в минеральных удобрениях; выход свежей массы; выход сухой массы; усвоение питательных веществ; использование азота; эффект выхода азота

BÖNISCHOVÁ, Z. (Institute of Plant Nutrition, Research Institutes for Crop Production, Praha - Ruzyně): The Effect of Dungwater on the Plant. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 985-992.

A pot experiment was performed on heavy-textured gray-brown podzolic soil and on light-textured brown forest soil to study the straight as well as residual action of dungwater. Graded dungwater application rates were found to exert a positive influence on the yield of the fresh and dry matter of maize and of mustard grown as the subsequent crop, on the uptake of nutrients by the plants, on the yield effect of nitrogen taken up, and on the increment of N uptake. As to the effect on these parameters, dungwater is close to, the same as, or better than equivalent application rates of commercial fertilizers, mainly on gray-brown podzolic soil, particularly in its residual effect. The yield effect of N taken up is higher in dungwater on both types of soil than in an equivalent dose of NPK nutrients supplied with commercial fertilizers.

gray-brown podzolic soil; brown forest soil; green maize; mustard; dungwater; equivalent dose of NPK nutrients in commercial fertilizers; fresh matter yield; dry matter yield; nutrient uptake; N utilization; yield effect of nitrogen

BÖNISCHOVÁ, Z. (Institut für Pflanzenernährung, Forschungsinstitute der Pflanzenproduktion, Praha - Ruzyně): Jaucheeinfluß auf die Pflanze. Rostl. Výroba, 23 1977 (9) : 985-992.

In einem Gefäßversuch wurde bei direkter sowie Nachfolgung auf schwerer Braunerde sowie auf leichtem Braunboden der positive Einfluß gesteigerter Jauchegaben auf den Ertrag der Frisch- sowie Trockenmasse bei Mais und nachfolgendem Senf,

ferner auf die Nährstoffentnahme durch die Pflanzen und auf den Ertragseffekt des entnommenen N sowie auf den Zuwachs der N-Entnahme nachgewiesen. Was den Einfluß auf die genannten Koeffizienten betrifft, ist die Wirkung der Jauche entweder gleich oder nähert sie sich der der Handelsdünger oder ist sie sogar noch besser, u. zw. namentlich auf Braunerde und in Nachwirkung. Der Ertragseffekt des entnommenen N ist bei Jauchebenutzung auf den beiden Böden höher als bei einer äquivalenten Gabe von NPK-Nährstoffen in Handelsdüngern.

Braunerde; Braunboden; Grünmais; Senf; Jauche; äquivalente NPK-Nährstoffe in Handelsdüngern; Frischmasseertrag; Trockenmasseertrag; Nährstoffentnahme; N-Verwertung; N-Ertragseffekt

Adresa autora:

Zuzana Bönischová, Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby,
161 06 Praha 6 - Ruzyň

J. Chochola

CHOCHOLA, J. (Výzkumný a šlechtitelský ústav řepařský, Semčice): *Příspěvek ke hnojení slámou u cukrovky*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 993-1000.

Sláma s vyrovnávacím hnojením N a P zvýšila výnosy kořene cukrovky, chrás-tu, sušiny i rafinády. Na stanovišti s nízkou dostupností dusíku, nízkým obsa-hem nitrátů s nízkou intenzitou nitrifikace zvýšila sláma výnos sušiny o 20 %, na stanovišti s vysokou dostupností dusíku, vysokým obsahem nitrátů a inten-zitou nitrifikace pouze o 5 %. Vlivem slámy se výrazně zvýšil odběr dusíku sklizní; toto zvýšení se na obou stanovištích blížilo množství dusíku dodanému vyrovnávacím hnojením. Varianty hnojené slámou vykazovaly v průběhu ve-getace cukrovky vyšší dostupnost dusíku měřenou respiračním testem a mírně vyšší obsah minerálních forem dusíku. Výtěžnost rafinády poklesla vlivem slá-my o 0,2 %, vlivem stanoviště s vyšší dostupností dusíku o 0,1 %.

cukrovka; hnojení slámou; dusík v půdě; dostupnost dusíku; odběr dusíku; kvalita cukrovky; bilance dusíku

Sláma využitá k organickému hnojení významně přispívá k bilanci organické hmoty v půdě. Přeměny slámy vedoucí k její stabilizaci jsou spojeny s inkorporací minerálního dusíku do molekul vznikajících humu-sových látek. Snížení obsahu dostupného dusíku v půdě může v závislosti na rozsahu inkorporace být příčinou poruch ve výživě rostlin dusíkem. Nedostatek dusíku často limituje výši výnosů zemědělských plodin. Proto je imobilizace dusíku při hnojení slámou hlavním problémem tohoto zá-sahu a určení vyrovnávací dávky dusíkatého hnojení cílem výzkumných prací.

Potřebnou výši vyrovnávacího hnojení zjišťovali např. An s o r g e (1964, 1967), Š k a r d a (1970, 1971). Podle ekologických podmínek na jed-notlivých stanovištích se pohybují dávky N potřebné k vyrovnání imobiliza-ce od 0 do 10 kg N na tunu slámy. Pokud se při hnojení slámou aplikuje odpovídající dávka minerálního dusíku, vyrovná se zpravidla tento způ-sob organického hnojení ve vlivu na výnosy zemědělských plodin hnoji.

Cukrovka jako velmi výnosná plodina má vysokou spotřebu živin, má však také poměrně přísně vymezenou stupnici technologické kvality a při-padné přehnojení dusíkem má negativní důsledky (W i e n i n g e r a K u-b a d i n o w, 1973; S c h m i d t et al., 1973). Problém stanovení správné dávky dusíku pro konkrétní konstelaci ekologických podmínek má proto značný praktický význam.

MATERIÁL A METODY

Polní pokusy byly provedeny v roce 1975 na stanovištích řepařské výrobní oblasti ve Hněvčevsi u Hradce Králové a v Kroměříži. Charakteristika půdních a klimatických poměrů na jednotlivých stanovištích:

	Kroměříž	Hněvčeves
Půdní typ druh	degradovaná černozem hlinitá půda	hlinitá půda hnědozem
H _{or}	0–25 cm	0–26 cm
pH _{KCl}	7,0	5,7
C _{ox} (%)	1,45	1,07
N _t (%)	0,21	0,10
P podle Egnéra (mg kg ⁻¹)	36	28
K podle Schachtschabela (mg kg ⁻¹)	128	107
Mg mg kg ⁻¹	111	96
Ø teplota v roce pokusu (°C)	9,4	9,1
srážky v roce pokusu (mm)	607	611
srážky za vegetační období (mm)	418	389

Zjišťované hodnoty

Výnos chrástu a kořene cukrovky; obsah sušiny v chrástu a v kořenech; odběr živin N, P, K, Ca, Mg a Na při sklizni; digesce, obsah K, Na a alfa-aminodusíku ve šťávě z kořenů; respirace, amonizace a nitrifikace v půdě před založením pokusu, v polovině a na konci vegetace. Těmito biochemickými testy jsme stanovili následující hodnoty:

- B – respirace půdního vzorku neobohaceného živinami (mg CO₂ na 100 g půdy za hod.),
- N – respirace půdního vzorku s přidavkem amonného N (mg CO₂ na 100 g půdy za hod.),
- G – respirace půdního vzorku s přidavkem glukózy (mg CO₂ na 100 g půdy za hod.),
- NG – respirace půdního vzorku s přidavkem amonného N a glukózy (mg CO₂ na 100 g půdy za hod.),
- AA – aktuální množství amonného N v půdním vzorku (mg%),
- KA – množství amonného N v půdním vzorku po osmidenní inkubaci (mg%),
- AN – aktuální množství nitrátů v půdním vzorku (mg%),
- KN – množství nitrátů v půdním vzorku po osmidenní inkubaci (mg%).

Teorie těchto testů a interpretační pravidla jsou propracovány Novákem (1965).

Předplodinou cukrovky odrůdy 'Dobrovická A' byla ozimá pšenice, zaorána byla pšeničná sláma v dávce 5,0 t ha⁻¹ s vyrovnávacím hnojením 50 kg N na ha v SA a 50 kg P v SP. Předkládané srovnání varianty se slámou a bez organického hnojení je průměrem ze čtyř úrovní dusíkatého hnojení (0, 60, 120 a 180 kg N na ha) při neměnném hnojení PK ve výši 50 kg P na ha a 170 kg K na ha. V dalším textu termíny sláma a organické hnojení znamenají slámu s vyrovnávacím hnojením N a P.

VÝSLEDKY

Varianta se zaoranou slámou se vyznačovala v průběhu vegetace na obou stanovištích zvýšenou bazální respirací a sníženou stabilitou půdní organické hmoty (kvocient NG/B), jak je uvedeno v tab. I. Proti očekávání se shodně na obou stanovištích projevila po zaorání slámy vyšší fyziologická dostupnost dusíku (kvocient N/B). Absolutní množství amonného i nitrátového dusíku (tab. II) se vlivem slámy takřka neměnilo a neměnila

I. Respirace půdních vzorků v průběhu vegetace — Respiration of soil samples during the vegetation period

	Kroměříž		Hněvčeves	
	O	sláma	O	sláma
B	0,46	0,47	0,64	0,71
N	0,46	0,44	0,82	0,84
G	3,11	2,92	4,58	4,60
NG	9,12	8,92	6,51	6,76
N/B	1,00	0,94	1,28	1,18
NG/B	19,83	18,98	10,17	9,52
NG/G N/B	2,93	3,24	1,11	1,24

II. Amonizace a nitrifikace půdních vzorků v průběhu vegetace — Ammonization and nitrification of soil samples during the vegetation period

	Kroměříž		Hněvčeves	
	O	sláma	O	sláma
	mg% N			
A _A	12,33	12,35	11,55	11,83
K _A	12,50	11,54	9,06	9,82
K _A - A _A	0,17	-0,81	-2,49	-2,01
A _N	1,42	1,52	0,33	0,38
K _N	2,18	2,14	0,86	0,89
K _N - A _N	0,76	0,62	0,53	0,51
A _A + A _N	13,75	13,87	11,88	12,21
K _A + K _N	14,68	13,68	9,92	10,71
(K _A + K _N) - (A _A + A _N)	+0,93	-0,19	-1,96	-1,50

III. Výnos kořenů, chrástu a sušiny cukrovky a odběr živin sklizní — The yield of sugar-beet roots, leaves, and dry matter, and the uptake of nutrients for the formation of the crop

Stanoviště	Organické hnojení	Výnos kořenů (t ha ⁻¹)	Výnos chrástu (t ha ⁻¹)	Výnos sušiny (t ha ⁻¹)	Odběr živin sklizní (kg ha ⁻¹)		
					N	P	K
Kroměříž	O	61,9	55,8	16,5	290	42	341
	sláma	64,0	60,1	17,4	342	42	365
Hněvčeves	O	42,2	40,4	12,3	182	24	282
	sláma	49,1	48,4	14,7	243	30	293

se ani intenzita nitrifikace během inkubace. Bez ohledu na zaorání slámy jsou značné rozdíly v obsahu nitrátového dusíku mezi stanovišti a ve směru přeměn dusíku: zatímco v Kroměříži dochází k jeho mineralizaci mírně snižované slámou, ve Hněvčevsi je minerální dusík v průběhu inkubace včleňován do organických vazeb a sláma tuto imobilizaci snižuje.

Sláma s vyrovnávacím hnojením na obou stanovištích zvýšila výnos (tab. III). V Kroměříži stoupl výnos kořenů o 3,4 %, výnos chrástu o 7,7 % a výnos sušiny o 5,2 %. Ve Hněvčevsi jsou přírůstky ve stejném pořadí ukazatelů 16,4 %, 19,8 % a 19,8 %. Rovněž odběr dusíku vlivem slámy značně vzrostl, odběr draslíku mírně, odběr fosforu se v Kroměříži nezměnil, ve Hněvčevsi vzrostl o 25 %. Zvýšení odběru dusíku vlivem slámy se na obou stanovištích blíží množství dodanému ve vyrovnávacím hnojení 50 kg N na ha, a to v Kroměříži 52 kg a ve Hněvčevsi 61 kg. Mezi oběma stanovišti je značný rozdíl ve výnosové úrovni, který se hnojením slámou snížil zhruba na polovinu. Rovněž odběr živin je rozdílný, zejména u dusíku a fosforu.

V tab. IV jsou shrnuty výsledky stanovení kvality cukrovky a výnosu rafinády. Absolutní úroveň kvalitativních znaků je nízká na obou stanovištích. Sláma zhoršuje digesci, zvyšuje obsah rozpustného sodíku a alfa-amino dusíku, mírně snižuje obsah rozpustného draslíku. Výsledkem je pak snížení výtěžnosti v Kroměříži o 0,17 %, ve Hněvčevsi o 0,20 %. Výnos rafinády je však slámou zvyšován – v Kroměříži nevýrazně (o 1,8 %), ve Hněvčevsi o 14,3 %.

IV. Kvalita sklizně a výnos rafinády – Quality of the crop and the yield of refined sugar

Stanoviště	Organic- ké hno- jení	Digestce (%)	Obsah ve šťávě z kořenů			Výtěž. (%)	Výnos rafin. (kg ha ⁻¹)
			K	Na	α -NH ₂ -N mg%		
			mval na 100 g				
Kroměříž	O	13,73	4,86	1,63	53,1	10,86	6722
	sláma	13,60	4,79	1,77	55,6	10,69	6842
Hněvčeves	O	13,98	4,97	1,90	47,7	11,02	4650
	sláma	13,86	4,81	2,26	48,6	10,82	5313

DISKUSE

Zjistili jsme příznivý vliv slámy s vyrovnávacím minerálním hnojením na výnosy cukrovky. Tento výsledek souhlasí se závěry Škardý (1970, 1971), Ansoergeho (1964, 1966, 1967), Boguslawského a Debrucka (1970), Bradého (1961) a dalších. Imobilizace tedy neovlivnila negativně výživu rostlin dusíkem. Sestavíme-li zjednodušenou bilanci dusíku pro sledované faktory (tab. V), je z ní především zřetelné, že sláma snížila v Kroměříži jen nepatrně odběr dusíku z půdní zásoby, ve Hněvčevsi tento odběr o 11 kg ha⁻¹ zvýšila. Zvýšení odběru ve Hněvčevsi dobře koresponduje se zvýšením obsahu minerálního dusíku v půdě vlivem slámy během vegetace – 0,33 mg% ve vrstvě půdy do hloubky

30 cm představuje 10–15 kg N na ha. V Kroměříži tedy došlo už v průběhu vegetace cukrovky k využití dusíku dodaného vyrovnávacím hnojením, ve Hněvčevsi vedle plného využití vyrovnávacího hnojení sláma zvýšila využití dusíku z půdní zásoby.

V. Balance dusíku – Nitrogen balance

	Kroměříž		Hněvčeves	
	O	sláma	O	sláma
Dodáno hnojením (kg N na ha)	90	140	90	140
Odběr rostlinami (kg N na ha)	290	342	182	243
Balance	–200	–198	–92	–103

Údaje o délce období od zaorání slámy do prvních projevů mineralizace imobilizovaného dusíku kolísají od několika měsíců do několika let (Ansorge, 1964; Cooke, 1970; Škarda, 1970). V tomto případě tedy byla zjištěna rychlá návratnost vyrovnávacího hnojení. Jestliže docházelo na variantách se slámou k mineralizaci imobilizovaného dusíku, očekáváme, že by se tato mineralizace měla projevit na výsledcích amonizačního a nitrifikačního testu jako vzestup obsahu minerálního dusíku v průběhu inkubace. Ve skutečnosti však v Kroměříži se tento obsah mírně snižuje, ve Hněvčevsi dokonce výrazně.

Ve Hněvčevsi je ovšem rozsah imobilizace dusíku v průběhu inkubace na variantě organicky nehnojené ještě podstatně vyšší než u varianty se slámou. Nejen z této skutečnosti, ale především z výsledků získaných v pokusech s ^{15}N (Wojcik-Wojkowiak, Stefaníak, 1975) je zřejmé, že mineralizace dusíku probíhá současně a našimi testy zjistíme obecně pouze konečný poměr jejich rychlostí. Imobilizace dusíku a jeho využívání rostlinami jsou v podstatě konkurenční pochody a jestliže jsme v biochemickém testu odběr dusíku rostlinami vyloučili, probíhá imobilizace s větší rychlostí, zejména na variantách s využitelným uhlíkem ze slámy. Můžeme tedy připustit, že přes výsledek biochemických testů mohlo v Kroměříži na variantě se slámou k mineralizaci dusíku docházet a že ve Hněvčevsi byl výrazný imobilizační charakter přeměn dusíku zmírňován současnou mineralizací dusíku vázaného při humifikaci slámy do organických vazeb. Tuto úvahu podporují výsledky stanovení aktuálního obsahu nitrátů a amonného dusíku, které jsou na obou stanovištích v případě organického hnojení vždy mírně vyšší. Rovněž relativní dostupnost dusíku indikovaná kvocientem N/B je u organicky hnojené varianty v obou případech vyšší. Jestliže neodeberou tento dostupný dusík rostliny, podléhá znovu imobilizaci. Návratnost dusíku vyrovnávacího N hnojení je tedy podmíněna odběrem mineralizovaného dusíku z půdy. Dlouhá vegetační doba cukrovky umožňuje využití velmi malých rozdílů v množství dostupného dusíku na značné zvýšení celkového odběru.

Už jsme konstatovali, že ve Hněvčevsi toto zvýšení překročilo o 11 kg N na ha dávku dodanou vyrovnávacím hnojením. Sláma tu přitom značně

zvýšila bazální respiraci a je proto možné, že vyvolala „priming effect“ (Kunz, 1975), tzn. zvýšený rozklad půdního humusu.

Bilance uvedená v tab. V je dále zajímavá odlišností bilančního rozdílu mezi pokusnými stanovišti. Winner a Beiss (1977) uvádějí poměr mezi množstvím dusíku odebraným cukrovkou a krytým z půdní zásoby a z přímého hnojení na dobře vyhnojených stanovištích jako 2:1. Takový poměr je v Kroměříži, zatímco ve Hněvčevsi je velmi přibližně 1:1. Obsah minerálního dusíku v půdě je přitom ve Hněvčevsi jen asi o 15 % nižší a představuje množství přibližně 500 kg N na ha do hloubky 30 cm. Dostupnost dusíku tedy daleko lépe charakterizují kvocienty N/B (v Kroměříži je jejich průměr 0,97, ve Hněvčevsi 1,23), dále obsah nitrátů, jichž je v Kroměříži 4X více, a množství dusíku podléhajícího nitrifikaci ($K_N - A_N$), v Kroměříži 1,4X vyšší.

Odběr dusíku cukrovkou se v optimálních pěstitelských podmínkách pohybuje kolem 270 kg N na ha a nezávisí příliš na absolutní výši výnosu (Winner a Beiss, 1977). Potom ve Hněvčevsi bez organického hnojení nebyla dusíkatá výživa dostatečná a naopak v Kroměříži při hnojení slámou byla nadměrná. V souhlase s tím byl přírůstek výnosu vlivem organického hnojení ve Hněvčevsi podstatně vyšší a v Kroměříži se projevil především vzestupem výnosu chrástu. Nadměrná dusíkatá výživa je obvykle spojena se zhoršením kvality cukrovky. V našem případě hnojení slámou snížilo v průměru obou stanovišť výtěžnost rafinády o 0,18 %, stanoviště Kroměříž oproti Hněvčevsi o 0,14 %. Mezi krajními hodnotami u sledovaných faktorů, tzn. organicky nehnojená varianta v Hněvčevsi a varianta se slámou v Kroměříži, je snížení výtěžnosti o 0,33 %, zvýšení odběru dusíku však činí 160 kg N na ha. Ačkoliv tedy stanoviště a organické hnojení výrazně ovlivnily dusíkatou výživu, působily na jakost poměrně málo. Pro takový případ jsme nenalezli potvrzení v literatuře, nelze ho zobecnit a nemáme ani dost podkladů k jeho vysvětlení. Prakticky cenným poznatkem však je, že může nastat případ, kdy hnojení slámou umožní velmi dobrou výživu dusíkem bez podstatného zhoršení kvality cukrovky.

Literatura

ANSORGE, H.: Ergebnisse von Strohdüngungsversuchen. Z. Landw. Vers.-Untersuchungswesen, 1964, č. 10, s. 21-29.

ANSORGE, H.: Ergebnisse von achtjährigen Versuchen zum Überprüfen verschiedener organischer Düngemittel, insbesondere der Strohdüngung, auf verschiedenen Standorten. 1. Mitteilung: Erträge. Albrecht-Thaer-Archiv 1966, č. 11, s. 1035-1045.

ANSORGE, H.: Untersuchungen über die Wirkung langjähriger Strohdüngung bei unterschiedlichen Stickstoffgaben. Albrecht-Thaer-Archiv, 1967, č. 1, s. 48-49.

BOGUSLAWSKI, E. v. — DEBRUCK, J.: Die Wirkung der Strohdüngung und der Stroh-Gründüngung auf die Ertragsbildung und Zuckergehalt von Zuckerrüben. Zucker, 23, 1970, s. 377-384.

BRADE, K.: Der Einfluß der Strohdüngung auf Pflanzenenertrag unter besonderer Berücksichtigung der Stickstoffdüngung. Die Landw. Fak. Univ. Giessen, 1961.

COOKE, G. W.: Regulirovanije plodorodija počvy. (překlad z angl.), Moskva, Kolos 1970.

KUNZ, F.: Biological mechanism of the „priming effect“ in soil. Studies about Humus. Praha, 1975.

NOVÁK, B.: Využití biochemických testů v půdní mikrobiologii. [Habilitační práce.] Praha, VÚRV 1965.

SCHMIDT, L. — STEHLÍK, V. — ZAHRADNÍČEK, J.: Příspěvek k problematice výživy cukrovky. Listy cukrovarnické, 10, 1973.

ŠKARDA, M.: Vliv zaorávané slámy na účinnost a bilanci dusíku. Rostl. Výroba, 16, 1970, č. 1, s. 81-90.

ŠKARDA, M.: Vliv hnojení slámou na produktivnost půdy. Rostl. Výroba, 17, 1971, č. 9, s. 917-927.

WIENINGER, L. — KUBADINOW, N.: Die Stickstoffdüngung und ihre Auswirkungen auf technologische Qualitätsmerkmale der Zuckerrübe. Zucker, 26, 1976, č. 2, s. 65-70.

WINNER, C. — BEISS, U.: Zur Frage des Stickstoffbedarfs der Zuckerrübe. Zucker, 30, 1977, č. 3, s. 140-143.

WOJCIK-WOJKOWIAK, D. — STEFANIAK, O.: Chemical and microbiological transformations of nitrogen compounds during straw humification in the soil. Studies about Humus, Praha, 1975.

Došlo dne 3. 5. 1977

ХОХОЛА, Я. (Научно-исследовательский и селекционный институт свекловодства, Семиче): К вопросу удобрения сахарной свеклы соломой. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9): 993-1000.

Солома вместе с дополнительным удобрением N и P повышала урожай корней, ботвы, сухого вещества и рафинада. В месте произрастания с низкой доступностью азота, низким содержанием нитратов и низкой интенсивностью нитрификации солома повышала урожай сухого вещества на 20 % и в местах произрастания с высокой доступностью азота, высоким содержанием нитратов и интенсивностью нитрификации — только на 5 %. Солома явно повышала вынос азота с урожаем; такое повышение в обоих местах произрастания приближалось количеству азота, внесенного с дополнительным удобрением. Варианты, удобренные соломой, во время вегетации сахарной свеклы показывали высшую доступность азота, определенную респирационным тестом, и несколько повышенное содержание минеральных форм азота. Выход рафинада под влиянием соломы понизился на 0,2 %, места произрастания с повышенной доступностью азота — на 0,1 %.

сахарная свекла; удобрение соломой; азот в почве; доступность азота; усвоение азота; качество сахарной свеклы; баланс азота

CHOCHOLA, J. (Beet Research and Breeding Institute, Semčice): *On the Straw Fertilization of Sugar-Beet*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9): 993-1000.

Straw, combined with N and P balance fertilization, increased the yield of roots, tops, dry matter and refined sugar. At a site characterized by low availability of nitrogen, by a low nitrate content, and low nitrification rate, straw increased the yield of dry matter by 20 %, whereas at a site where the availability of nitrogen, the content of nitrates and rate of nitrification were high the yield of dry matter increased just by 5 %. Straw considerably raised the uptake of nitrogen for the formation of the crop; this rise was close to the amount of nitrogen supplied by balance fertilization at both sites. The straw-manured variants showed in the course of vegetation higher nitrogen availability, as measured by the respiration test, and a slightly greater content of mineral forms of nitrogen. The yield of refined sugar dropped by 0.2 % owing to the effect of straw and by 0.1 % owing to the effect of the site with higher availability of nitrogen.

sugar-beet; straw-manuring; soil nitrogen; nitrogen availability; nitrogen uptake; sugar-beet quality; nitrogen balance

CHOCHOLA, J. (Institut für Rübenforschung und -züchtung, Semčice): *Beitrag zur Strohdüngung bei Zuckerrübe*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9): 993-1000.

Stroh mit N- und P-Ausgleichsdüngung erhöhte Erträge der Rübenkörper, der Rübenblätter, der Trockensubstanz und der Raffinade. Auf einem Standort mit niedriger Stickstoffverfügbarkeit, niedrigem Nitratgehalt sowie niedriger Nitrifikationsintensität wurde durch Stroh der Trockensubstanzertrag um 20 % erhöht, während am Standort mit hoher Stickstoffverfügbarkeit, hohem Nitratgehalt und hoher Nitrifikationsintensität sich die Erhöhung nur auf 5 % belief. Durch den Stroheinfluß hat sich die Stickstoffentnahme der Ernte markant erhöht; diese Erhöhung näherte

sich auf den beiden Standorten der durch die Ausgleichsdüngung gelieferten Stickstoffmenge. Die mit Stroh gedüngten Varianten wiesen im Verlaufe der Zuckerrübenvegetationsperiode eine höhere mit Hilfe des Respirationstestes gemessene Stickstoffaufnahme auf sowie einen schwach höheren Gehalt an Stickstoffmineralformen. Die Raffinadeausbeute sank durch Stroheinfluß um 0,2 % durch Einfluß des Standortes mit höherer Stickstoffaufnahme um 0,1 %.

Zuckerrübe; Strohdüngung; Stickstoff im Boden; Stickstoffverfügbarkeit; Stickstoffentnahme; Zuckerrübengüte; Stickstoffbilanz

Adresa autora:

Ing. Jaromír Chochola, CSc., Výzkumný a šlechtitelský ústav řepářský, 294 46 Semčice, okres Mladá Boleslav

DLOUHODOBÁ ÚČINNOST HNOJENÍ SLÁMOU NA HNĚDÉ HLINITÉ PŮDĚ

M. Škarda, J. Žďárek

ŠKARDA, M. — ŽDÁREK, J. (Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Praha-Ruzyně; Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, oblastní stanice Trutnov): *Dlouhodobá účinnost hnojení slámou na hnědé hlinité půdě*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 1001-1008.

V období 1966–1976 prokázalo dlouhodobé hnojení 2,1 t slámy na ha (= 1,7 t organických látek na ha) s vyrovnávací dávkou 21 kg N na ha, že z hlediska výnosu suché hmoty plodin, odběru živin, využití dodaného N a výnosového efektu odebraného N nahradí v osevním postupu s 50 % obilnin, 25 % okopanin a 25 % píce i na hnědé hlinité půdě v horské oblasti hnůj v dávce 8,8 t ha⁻¹ (tj. 1,5 t organických látek na ha). Vůči nehnojené kontrole zvýšila sláma + N produktivnost půdy o 19 %, s průmyslovými hnojivy o 61 %. Samotné minerální hnojení dosahuje jen 56 % účinnosti organickominerálního hnojení. Z prověřovaných PK, N, NK, NP a NPK kombinací minerálního hnojení se nejlépe osvědčilo plné NPK hnojení. Nebylo významného rozdílu v účinnosti N a PK hnojení, ani NP a NK hnojení. N a PK hnojení dosahuje 34 %, NP a NK hnojení 58 % účinnosti NPK hnojení. Tak velké rozdíly v účinnosti těchto kombinací se na úrodné hnědozemi neprokázaly. Vliv průmyslových hnojiv na zvýšení rostlinné produkce byl na hnojené půdě slámou + N vyšší než na nehnojené půdě.

hnojení; hnědá půda; osevní postup; sláma + N; hnůj; průmyslová hnojiva; výnos suché hmoty plodin; odběr živin; výnosový efekt odebraného N; využití dodaného N

Hnojivou účinnost slámy prověřujeme s velmi dobrými výsledky od roku 1962 (Škarda, 1968, 1969, 1971, 1974; Apltauer, 1971; Římovský, 1969; Ulmann, 1971; Vaněk, 1971 aj.). Dosavadní poznatky umožnily vydat metodiku „Hnojení slámou“ pro zemědělskou praxi.

V současné době se sláma v ČSR zaorává již na 5 % orné půdy, tj. na 159 tis. ha (735 tis. t slámy). S postupným budováním bezsteliových provozů se v příštích 15 letech předpokládá rozšíření této výměry na 12 % orné půdy (Škarda, 1976).

Je tedy stále aktuální hnojení slámou doplňovat novými výzkumnými poznatky, zejména z hlediska jeho dlouhodobého vlivu na výnosy plodin, na odběr a účinnost živin v různých výrobních podmínkách. A to je předmětem našeho příspěvku s výsledky z jednoho našeho základního polního pokusu na hnědé půdě v horské oblasti.

MATERIÁL A METODY

Stanoviště

Polní přesný pokus jsme v roce 1965 založili na pozemku ÚKZÚZ v Trutnově. Charakteristika: hnědá hlinitá půda — hodnoty v Orh: T = 139 mval na 1000 g, S = 54 mval na 1000 g, 0,0 % CaCO₃, humus = 1,15 % Cox; průměrné roční srážky = 778 mm, průměrná roční teplota = 6,8 °C, nadmořská výška = 550 m.

Osevní postup: 50 % obilnin, 25 % okopanin, 20 % pícein.

Hnojení

Variety hnojení: (celkem 18)

- a) organické = 0 (nehnojeno), Sl + N (sláma + 1 kg N na 100 kg slámy), Hn (hnůj).
b) minerální = 0 (nehnojeno), NPK, NP, NK, N, PK.

Dávky hnojiv (roční průměr):

- a) organických: Hn = 8,8 t ha⁻¹, 1,48 t ha⁻¹ org. látek, 35 kg N, 8 kg P, 39 kg K na ha, Sl + N = 2,1 t ha⁻¹, 1,67 t ha⁻¹ org. látek, 30 kg N, 2 kg P, 18 kg K na ha.
b) průmyslových: 67 kg N, 29 kg P, 79 kg K na ha = 175 kg NPK na ha.

Organickými hnojivy hnojíme pod okopaniny a jednoleté pícniny (v letech 1966–1976 hnojeno 5X). Ekvivalentní dávku hnoje (Hn) zaoráváme koncem září. Krátce řezanou slámu (5–10 cm), rovnoměrně rozptýlenou po strništi ihned po sklizni obilnin zapravíme do půdy podmínkou s následnou orbou. 50% vyrovnávací dávky 1 kg N na 100 kg slámy aplikujeme na strniště a zbytek na jaře. Část fosforečných a draselných hnojiv se zapravuje do půdy orbou a část se zapravuje před setím, příp. sázením. Dusíkatá hnojiva používáme před setím (sázením) a na list během vegetace.

Způsob zpracování

Ve srovnání s ekvivalentní dávkou hnoje jsme na bázi různých kombinací minerálního hnojení vyhodnotili vliv slámy + N na výnos suché hmoty plodin, odběr živin, využití a výnosový efekt dusíku.

VÝSLEDKY A DISKUSE

VÝNOS SUCHÉ HMOTY PLODIN

V osevním postupu s 50 % obilnin, 25 % okopanin a 25 % pícnin zvýšilo hnojení v průběhu 11 let produktivnost hnědé hlinité půdy až o 62 % vůči nehnojeným kontrolám s nejnižším výnosem suché hmoty (3,72 t ha⁻¹). Výsledky uvádí tab. I. Hlavní vliv na toto zvýšení mělo organominerální hnojení na bázi hnoje nebo slámy + N.

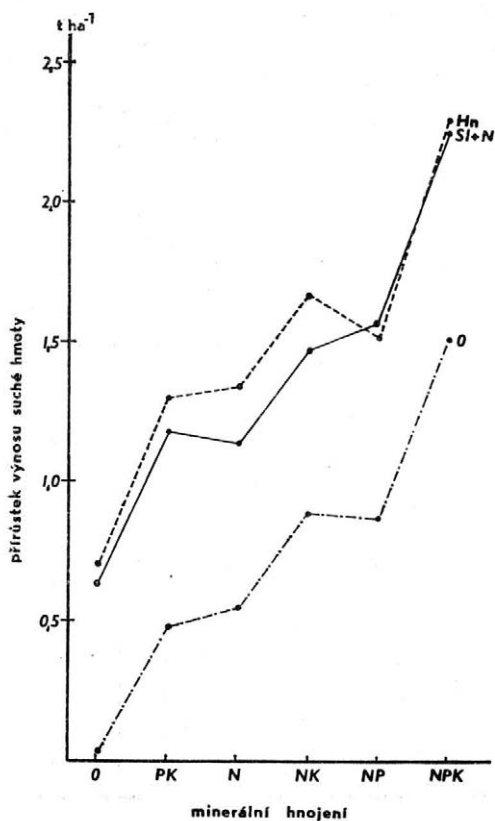
Prověřovaný systém minerálního hnojení, který v průměru dosahuje jen 56 % účinnost organominerálního hnojení, prokázal, že v daných výrobních podmínkách NPK hnojení zvyšuje výnos suché hmoty nejvýrazněji (100 %), NP a NK hnojení, mezi jehož účinností není významného rozdílu, této úrovně nedosahuje (58 %) a N a PK hnojení s téměř stejným vlivem na výnos suché hmoty nedosahuje účinností ani NP nebo NK hnojení (34 %).

Tyto výsledky jsme na úrodné řepařské hnědozemi nepotvrdili. V šesti-letém průměru zvýšilo NPK hnojení rostlinnou produkci vůči nehnojeným kontrolám o 25 %, NP hnojení o 22 % a NK hnojení o 32 % (Š k a r d a, 1973). Rozhodujícím činitelem je půdní typ a druh, půdní úrodnost a klimatické podmínky.

Na bázi tohoto základního systému minerálního hnojení prověřujeme účinnost slámy + N (1,7 t org. látek na ha) ve srovnání s ekvivalentní dávkou hnoje (1,5 t org. látek na ha). Výnosové tendence, zjištěné v různých kombinacích minerálního hnojení, jsme s vyššími hodnotami prokázali i při organominerálním hnojení (obr. 1).

I. Vliv slámy + N a hnoje na bázi různých kombinací NPK živin v průmyslových hnojivech na výnos suché hmoty plodin v $t\ ha^{-1}$ (roční průměr za období 1966–1976) — The effect of straw + N and dung with various combinations of NPK nutrients in commercial fertilizers upon the yield of crop dry matter in tons per ha (annual average for the 1966–1976 period)

Varianty minerálního hnojení	Varianty organického hnojení					
	O		Hn		Sl + N	
	výnos suché hmoty					
	t ha ⁻¹	index 0 = 100	t ha ⁻¹	index 0 = 100	t ha ⁻¹	index 0 = 100
O	3,72	100	4,42	119	4,35	117
NPK	5,23	141	6,01	162	5,98	161
NP	4,59	123	5,24	141	5,29	142
NK	4,61	124	5,39	145	5,19	140
N	4,27	115	5,06	136	4,86	131
PK	4,20	113	5,02	135	4,90	132



1. Vliv slámy + N, hnoje a průmyslových hnojiv na přírůstek výnosu suché hmoty plodin v $t\ ha^{-1}$ (roční průměr za období 1966–1976) — The effect of straw + N, dung, and commercial fertilizers upon the yield increment of the dry matter of crops in tons per ha (annual average for 1966–1976)

Zaoraná sláma + N se ve vlivu na výnosy suché hmoty vyrovná u všech způsobů minerálního hnojení hnoji (v $\varnothing$ účinnost Hn je o 2 % vyšší než Sl + N). Při plném NPK hnojení je výnos suché hmoty plodin na bázi hnoje a slámy + N stejný. Při NP hnojení je výnos suché hmoty neprůkazně vyšší na bázi slámy + N než hnoje. Na zbývajících NK, N a PK kombinacích působí lépe hnůj s vyšším množstvím živin (u N o 17 %, u P o 300 % a u K o 116 %) než sláma + N. To potvrzuje naše dřívější výsledky o nutnosti plného a zvýšeného minerálního dohnojení zaorané slámy + N na půdách s nižší potenciální úrodností (Škarda, 1971).

Vliv průmyslových hnojiv na přírůstky výnosu suché hmoty je na půdě hnojené slámou + N (v $\varnothing$ o 8 %) a hnojem (v $\varnothing$ o 5 %) vyšší než na nehnojené půdě. Největší vliv mělo organické hnojení na účinnost PK hnojení (o 15, resp. 25 %).

ODBĚR ŽIVIN, VYUŽITÍ A VÝNOSOVÝ EFEKT N

Při nejnižších hodnotách na nehnojené kontrole stoupá odběr všech živin v závislosti na různých kombinacích minerálního hnojení a hlavně vlivem organických hnojiv (tab. II). Sláma + N je i v odběru rovnocenným partnerem hnoje, hlavně při plném NPK hnojení. Ovlivňuje však výrazněji odběr N než P a K, zvláště v NP, NK i NPK kombinacích vůči hnoji. V porovnání s hnojem stoupá při hnojení slámou + N odběr N rychleji než odběr P a výnos suché hmoty. Odběr K stoupá rychleji než výnos suché hmoty ve všech kombinacích hnojení (kromě NP a N variant). Celkově však je odběr živin vyrovnaný, bez výkyvů v množství i poměru živin, které by mohly ohrozit výnos suché hmoty plodin.

Využití N, dodaného ve slámě + N, je vyšší než u hnoje (tab. III). Sláma + N však zvýšila využití N ve všech kombinacích minerálního

III. Vliv slámy + N a hnoje na bázi různých kombinací NPK živin v průmyslových hnojivech na využití a výnosový efekt odebraného N (roční průměr za období 1966–1976) — The effect of straw + N and dung with various combinations of NPK nutrients in commercial fertilizers upon the utilization and yield effect of N taken up (annual average for the 1966–1976 period)

Varianty minerálního hnojení	Varianty organického hnojení					
	O		Hn		Sl + N	
	využití N	výnosový efekt N	využití N	výnosový efekt N	využití N	výnosový efekt N
	%	kg na kg N	%	kg na kg N	%	kg na kg N
O	—	68	35	66	39	65
NPK	35	67	29	72	39	65
NP	19	69	16	74	30	63
NK	23	66	17	75	23	68
N	7	72	26	63	22	64
PK	—	72	45	72	52	70

II. Vliv slámy + N a hnoje na bázi různých kombinací NPK živin v průmyslových hnojivech na odběr a poměr odebraných živin rostlinou (roční průměr za období 1966–1976) – The effect of straw + N and dung with various combinations of NPK nutrients in commercial fertilizers upon the uptake and ratio of the nutrients taken up by the plant (annual average for the 1966–1976 period)

Varianty minerálního hnojení	Varianty organického hnojení																	
	O						Hn						Sl + N					
	odběr živin v kg ha ⁻¹ a poměr živin (N = 100)																	
	N		P		K		N		P		K		N		P		K	
	kg ha ⁻¹	pom.	kg ha ⁻¹	pom.	kg ha ⁻¹	pom.	kg ha ⁻¹	pom.	kg ha ⁻¹	pom.	kg ha ⁻¹	pom.	kg ha ⁻¹	pom.	kg ha ⁻¹	pom.	kg ha ⁻¹	pom.
O	54,2	100	10,4	19	45,3	83	66,4	100	13,7	21	62,2	94	66,0	100	12,4	19	57,8	88
NPK	77,8	100	14,0	18	79,0	102	83,7	100	15,7	19	93,7	112	92,0	100	16,8	18	96,7	105
NP	66,8	100	12,2	18	52,0	78	70,4	100	14,7	21	72,7	103	83,1	100	14,2	17	71,7	86
NK	69,6	100	11,8	17	68,8	99	71,4	100	15,7	22	84,0	118	76,0	100	13,2	17	80,8	106
N	58,7	100	11,1	19	59,2	86	80,4	100	14,5	18	69,5	86	76,0	100	13,0	17	67,9	89
PK	57,8	100	11,8	20	58,5	101	69,9	100	14,9	21	72,7	104	69,9	100	13,4	19	74,8	107

hnojení vůči hnoji (kromě N varianty) i samotnému NPK a NP hnojení. To potvrzuje naše dřívější poznatky z jiných výrobních podmínek (Škarda, 1968, 1974). Zintenzívnění mikrobiální činnosti v půdě po aplikaci slámy přispívá k uvolnění a zvýšenému využití živin z půdy i dodaných hnojiv (Pokorná, 1969).

S využitím N úzce souvisí i výnosový efekt odebraného N, který je poměrně vysoký. Čím vyšší je využití N, tím nižší je jeho produktivnost. U tohoto ukazatele je hnůj lepší než sláma + N. Tento výsledek, který jsme v jiných výrobních podmínkách, zvláště na úrodných půdách, nezjistili (Škarda, 1968, 1974), odpovídá poměrně nízké potenciální úrodnosti půdy daného stanoviště s malým obsahem živin, hlavně P.

Literatura

APLTAUER, J.: Vliv slámy a zvyšovaných dávek dusíku na výnos kukuřice a bobu obecného. Rostl. Výroba, 17, 1971, č. 9, s. 909-916.

POKORNÁ, J.: Rozklad celulózy při různém organickém hnojení. In: Sborník referátů, Vědecké symposium o organických hnojivech. Vysoké n. Jiz. 1969, 23 s.

ŘÍMOVSKÝ, K.: Vliv různého způsobu zapravení slámy jako organického hnojiva na výnos okopanin. In: Sborník referátů, Vědecké symposium o organických hnojivech. Vysoké n. Jiz., 1969, 183 s.

ŠKARDA, M.: Hnojení slámou. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1974.

ŠKARDA, M.: Organické hnojení z hlediska ochrany prostředí. In: Sborník referátů. Celostátní konference „Vliv chemizace rostlinné výroby na jakost produktů a ochranu prostředí“. Dům techniky ČVTS Ostrava, listopad 1976, s. 111-131.

ŠKARDA, M.: Vliv hnojení slámou na produktivnost půdy. Rostl. Výroba, 17, 1971, č. 9, s. 917-928.

ŠKARDA, M.: Vliv klasických statkových hnojiv na půdu a rostlinu v osevním postupu při různém minerálním hnojení. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1973.

ŠKARDA, M.: Vliv zaorané slámy na půdu a rostlinu. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1968.

ŠKARDA, M.: Vliv zaorané slámy na účinnost a bilanci dusíku. Rostl. Výroba, 16, 1969, č. 1, s. 81-90.

ULMANN, L.: Vliv hnojení slámou na výnos brambor a ovsa v horském výrobním typu. Rostl. Výroba, 17, 1971, č. 9, s. 947-952.

VANĚK, J.: Vliv zaorané slámy a chlévského hnoje na výnosy plodin v kukuřičné výrobní oblasti při ročním a zásobním minerálním hnojení. Rostl. Výroba, 17, 1971, č. 9, s. 929-938.

Došlo dne 3. 5. 1977

ШКАРДА, М. — ЖДЯРЕК, Й. (Институт питания растений, Научно-исследовательские институты растениеводства, Прага - Рузыне; Центральный контрольно-испытательный сельскохозяйственный институт, областная станция Трутнов): Многолетняя эффективность удобрения соломой на бурой глинистой почве. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 1001-1008.

В период 1966—1976 гг. многолетнее удобрение 2,1 т га⁻¹ соломы (= 1,7 т га⁻¹ органических веществ) с выравнивающей дозой 21 кг азота на га проявилось так, что с точки зрения выхода сухой массы культур, усвоения питательных веществ, использования внесенного азота и эффекта выхода усвоенного азота в севообороте с 50 % зерновых, 25 % пропашных и 25 % кормовых также на бурой глинистой почве в горной области заменит

навоз в количестве $8,8 \text{ т га}^{-1}$ (т.е. $1,5 \text{ т га}^{-1}$ органических веществ). По отношению к необогащенному контролю повысила солома + азот продуктивность почвы на 19 %, с минеральными удобрениями — на 61 %. Само минеральное удобрение достигает только 56 % эффективности органо-минерального удобрения. Из проверенных РК, N, NK, NP и NPK комбинаций минерального удобрения лучше всего оправдало себя полностью составное NPK удобрение. Не было установлено значительной разности в эффективности и РК удобрения, а также у NP и NK удобрения. N и РК удобрение достигает 34 %, NP и NK удобрения 58 % эффективности NPK удобрения. Таких больших различий не было установлено в эффективности этих комбинаций на плодородном буроземе. Влияние минеральных удобрений на повышение растительной продукции на удобренной почве соломой + азот было выше, чем на необогащенной почве.

удобрение; бурая почва; севооборот; солома + азот; навоз; минеральное удобрение; выход сухой массы культур; усвоение питательных веществ; эффект выхода усвоенного азота; использование внесенного азота

ŠKARDA, M. — ŽDÁREK, J. (Institute of Plant Nutrition, Research Institutes for Crop Production, Praha - Ruzyně; Central Agricultural Control and Testing Institute, Regional Station, Trutnov): *Long-Term Effectiveness of Straw Manuring of Loamy Brown Forest Soil*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 1001-1008.

In the 1966–1976 period, long-term applications of 2.1 tons straw per ha (= 1.7 tons organics per ha), with a balancing dose of 21 kg N per ha, proved that if the yield of the dry matter of crops, nutrient uptake, utilization of supplied N, and yield effect of N taken up by plants were considered, straw manuring would replace the application rate of 8.8 tons dung per ha (= 1.5 tons organics per ha) in crop rotations with 50 % cereals, 25 % root crops, and 25 % fodder crops even on loamy brown forest soil in the montane region. In comparison with the non-fertilized control, straw + N increased the soil productivity by 19 %, and with commercial fertilizers by 61 %. Mineral fertilization alone gives just 56 % effectiveness of organomineral fertilization. Complete NPK fertilization gave the best results of all the tested combinations of PK, N, NK, NP, and NPK mineral fertilization. There was no significant difference in the effectiveness of N and PK fertilization and of NP and NK fertilization. N and PK fertilization reaches 34 %, NP and NK fertilization 58 % effectiveness, as compared with NPK fertilization. Such large differences in the effectiveness of these combinations were not proved on fertile brown forest soil. The effect of commercial fertilizers on the rise of plant production was greater on soil fertilized with straw + N than in the non-fertilized soil.

fertilization; brown forest soil; crop rotation; straw + N; dung; commercial fertilizers; crop dry matter yield; nutrient uptake; yield effect of N taken up; utilization of N supplied

ŠKARDA, M. — ŽDÁREK, J. (Institut für Pflanzenernährung, Forschungsinstitute der Pflanzenproduktion, Praha - Ruzyně; Zentrale landwirtschaftliche Kontroll- und Prüfanstalt, Regionsstation Trutnov): *Langfristige Wirkung der Düngung mit Stroh auf lehmiger Parabraunerde*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (9) : 1001-1008.

In der Zeitperiode 1966–1976 wurde in Düngungsversuchen nachgewiesen, daß langfristige Düngung mit $2,1 \text{ т га}^{-1}$ Stroh (= $1,7 \text{ т га}^{-1}$ organische Stoffe) mit einer Ausgleichsgabe von 21 кг N га^{-1} vom Hinblick des Ertrages der Trockensubstanz der Früchte, der Nährstoffentnahme, Ausnutzung des gelieferten N und des Ertrags-effektes des entnommenen N in einer Fruchtfolge mit 50 % Getreide, 25 % Hackfrüchten und 25 % Futterpflanzen auch auf lehmiger Parabraunerde im Gebirgsgebiet Stallung in einer Gabe von $8,8 \text{ т га}^{-1}$ (d. h. $1,5 \text{ т га}^{-1}$ organische Stoffe) voll ersetzt. Im Vergleich zu der ungedüngten Kontrolle wurde durch Stroh + N die Bodenproduktivität um 19 %, im Vergleich zu Handelsdüngern um 61 % erhöht. Alleinige Mineraldüngung weist nur 56 % der Wirksamkeit der Organomineraldüngung auf. Von den untersuchten PK-, N-, NK-, NP- und NPK-Kombinationen der Mineraldüngung bewährte sich volle NPK-Düngung am besten. Zwischen der Wirksamkeit der N- und PK-Düngung sowie der NP- und NK-Düngung waren keine bedeutenden Unterschiede. N- und PK-Düngung erreicht 34 %, NP und NK-Düngung 58 %

der Wirksamkeit der NPK-Düngung. So große Unterschiede in der Wirksamkeit dieser Kombinationen wurden auf fruchtbarer Braunerde nicht nachgewiesen. Der Einfluß anorganischer Düngemittel auf die Erhöhung der Pflanzenproduktion war auf mit Stroh + N gedüngtem Boden höher als auf ungedüngtem Boden.

Düngung; Parabraunerde; Fruchtfolge; Stroh + N; Stalldung; Mineraldünger; Trockensubstanzertrag der Früchte; Nährstoffentnahme; Ertragseffekt des entnommenen N; Ausnutzung des entnommenen N

Adresy autorů:

Ing. Milan Škarda, CSc., Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby,
161 06 Praha 6 - Ruzyně
Jiří Žárek, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, oblastní stanice,
541 00 Třebíč

Rukopisy odevzdány k tisku 8. 6. 1977, podepsáno k tisku 9. 12. 1977

Škarda M.: Organická hnojiva v ČSSR	897
Novák B.: Vztah přeměn organické hmoty a dusíku v půdě	899
Apfelthaler R.: Vliv organického a minerálního hnojení na zastoupení některých frakcí dusíku v půdě	905
Pokorná-Kozová J. et al.: Vliv organického a minerálního hnojení na mikrobiální a biochemické přeměny v půdě	911
Římovský K.: Vliv hnojení kejdou prasat na některé fyzikální a technologické vlastnosti půdy	925
Pařízek I., Vácha J., Škarda M.: Dlouhodobá účinnost hnoje a kompostu na řepařské hnědozemi	933
Škarda M., Jokešová J., Pařízek I.: Účinnost každoročního hnojení kejdou v osevním postupu	943
Leština J.: Vliv kejdy na zaplevelenost polí	953
Petříková V.: Příspěvek k rekultivaci složišť elektrárenského popílku hnojením kejdou	959
Löbl F., Štiková A., Štifter M., Váňa J.: Technologické aspekty využití drčených pevných domovních odpadů a průběh zrání průmyslových kompostů	967
Zobač J., Zubr J.: Agronomická účinnost průmyslových kompostů	977
Bönischová Z.: Vliv močůvky na rostlinu	985
Chochola J.: Příspěvek ke hnojení slámou u cukrovky	993
Škarda M., Žďárek J.: Dlouhodobá účinnost hnojení slámou na hnědé hlinité půdě	1001

СОДЕРЖАНИЕ

Новак Б.: Отношение преобразования органической массы и азота в почве	903
Апфелтгалер Р.: Влияние органического и минерального удобрения на замещение некоторых фракций азота в почве	908
Покорна-Козова Я. и кол.: Влияние органического и минерального удобрения на микробиальные и биохимические преобразования в почве	922
Ржимовский К.: Влияние удобрения кейдой свиней на некоторые физические и технологические свойства почвы	931
Паржизек И., Ваха Й., Шкарда М.: Длительное действие навоза и компоста на свекловодческом буроземе	942
Шкарда М., Екшова Я., Паржизек И.: Эффективность ежегодного удобрения кейдой в севообороте	950
Лештина Я.: Влияние кейды на засоренность полей	958
Петржикова В.: К вопросу рекультивации места свалок золы электростанций путем удобрения кейдой	965
Лобл Ф., Штикова А., Штифтер М., Ваня Й.: Технологические аспекты использования дробленных твердых бытовых отходов и процесс созревания промышленных компостов	976
Зобаč Й., Зубр Я.: Агрономическая эффективность минеральных компостов	983
Бонишова З.: Влияние навозной жижи на растение	991
Хохола Я.: К вопросу удобрения сахарной свеклы соломой	999
Шкарда М., Ждярек Й.: Многолетняя эффективность удобрения соломой на бурой глинистой почве	1006

CONTENTS

Novák B.: The Relations of the Transformation of Organic Matter and Nitrogen in the Soil	904
Apfelthaler R.: Effect of Manuring and Mineral Fertilization on the Distribution of Some Nitrogen Fractions in the Soil	909
Pokorná-Kozová J. et al.: The Effect of Organic and Mineral Fertilization on Microbial and Biochemical Transformations in the Soil	922
Římovský K.: The Effect of Pig Slurry Application on Some Physical and Technological Properties of Soil	931
Pařízek I., Vácha J., Škarda M.: Long-Term Effectiveness of Dung and Compost on Beet-Growing Brown Forest Soil	942
Škarda M., Jokešová J., Pařízek I.: Effectiveness of Every-Year Applications of Slurry in the Crop Rotation System	951
Leština J.: The Effect of Slurry on the Weed Infestation of Fields	958
Petříková V.: On the Use of Slurry for the Reclamation of Power-Plant Ash Dumps	965
Löbl F., Štiková A., Štifter M., Váňa J.: Technological Aspects of the Use of Crushed Solid Town Wastes and the Course of the Ripening of Commercial Composts	975
Zobač J., Zubr J.: Agronomical Effectiveness of Commercially Produced Composts	983
Bönischová Z.: The Effect of Dungwater on the Plant	991
Chochola J.: On the Straw Fertilization of Sugar-Beet	999
Škarda M., Žďárek J.: Long-Term Effectiveness of Straw Manuring of Loamy Brown Forest Soil	1007

INHALT

Novák B.: Beziehungen zwischen den Umwandlungen der organischen Masse und des Stickstoffs im Boden	904
Apfelthaler R.: Einfluß organischer und mineralischer Düngung auf die Vertretung einiger Stickstofffraktionen im Boden	909
Pokorná-Kozová J. et al.: Einfluß organisch-mineralischer Düngung auf mikrobiologische und biochemische Veränderungen im Boden	923
Římovský K.: Einfluß der Düngung mit Schweinegülle auf einige physikalische und technologische Bodeneigenschaften	931
Pařízek I., Vácha J., Škarda M.: Langfristige Wirksamkeit von Stalldung und Kompost auf Rübenbaubraunerde (res. E/942)	942
Škarda M., Jokešová J., Pařízek I.: Wirksamkeit alljährlicher Gülleüngung in der Fruchtfolge	951
Leština J.: Gülleeinfluß auf die Verunkrautung des Feldes (res. E/958)	958
Petříková V.: Beitrag zur Rekultivierung von Abladeplätzen der Flugasche aus Kraftwerken durch Güllüngung	966
Löbl F., Štiková A., Štifter M., Váňa J.: Technologische Aspekte der Verwertung von zerkleinerten festen Haushaltsabfällen und Verlauf des Reifens von Industriekomposten	976
Zobač J., Zubr J.: Agronomische Wirksamkeit von Industriekomposten	984
Bönischová Z.: Jaucheeinfluß auf die Pflanze	991
Chochola J.: Beitrag zur Strohdüngung bei Zuckerrübe	999
Škarda M., Žďárek J.: Langfristige Wirkung der Düngung mit Stroh auf lehniger Parabraunerde	1007

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, Legerova ulice 22, 120 00 Praha 2.