

VĚDECKÝ ČASOPIS



ROSTLINNÁ VÝROBA

Agrochemie a využití karbohnojiv

6

ROČNÍK 20
PRAHA
ČERVEN 1974
CENA 18 Kčs
ROYVAM 20 (6) 557-668

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Řídí redakční rada

Prof. ing. František Hron, CSc. (předseda), ing. Jiří Apltauwer, CSc., ing. Ivo Bareš, CSc., akademik Ctibor Blatný, prof. ing. Karel Červenka, CSc., doc. ing. Mikuláš Derco, CSc., dr. Zbyněk Facek, CSc., ing. Jiljí Fiedler, CSc., ing. Josef Habovštiak, CSc., prof. ing. dr. Ladislav Hruška, DrSc., ing. Karel Jelínek, CSc., prof. dr. ing. Václav Káš, DrSc., prof. dr. ing. Vladimír Košíl, DrSc., doc. ing. Anton Kováčik, DrSc., prof. dr. ing. František Landovský†, ing. Jaroslav Lekeš, DrSc., člen korespondent ČSAV ing. František Mareček, ing. František Mráz, CSc., doc. ing. Jaroslav Prugar, CSc., prof. ing. Václav Rybáček, CSc., doc. ing. Vladimír Segeta, CSc., ing. Miloslav Schmied, ing. Vladimír Skládal, ing. Josef Slepíčka, CSc., ing. Ján Švihra, CSc., ing. Juraj Uhliar, CSc., RNDr. ing. Jaroslav Zakopal.

Vedoucí redaktorka Milena Sovová

© Ústav vědeckotechnických informací, Praha 1974

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA uveřejňuje studie, rozbor a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu z oboru rostlinné výroby. Vydává Ústav vědeckotechnických informací. 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. Выход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезска 7.

The scientific journal ROSTLINNÁ VÝROBA published 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. 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 Informationen. 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. Publié chaque mois. Rédaction 120 56 Prague 2, Slezská 7.

Při plánované intenzifikaci zemědělské výroby stoupá mezi ostatními intenzifikačními faktory význam průmyslových hnojiv. Jsou bezesporu jedním z hlavních výrobních prostředků, jimiž lze dosáhnout výši výnosů potřebnou pro zajištění výživy obyvatelstva a základních surovin pro průmysl. Efektivní využití průmyslových hnojiv není však snadnou záležitostí; výzkum se proto snaží najít metody dosažení co největšího užítu pro společnost při jejich využívání a zajištění optimálního využití těchto rostlinných živin pro tvorbu výnosu zemědělských plodin.

Odborné veřejnosti předkládáme v tomto monotematickém čísle Rostlinné výroby některé výsledky, které byly u nás dosaženy v oblasti agrochemie. Cílem všech prací je přispět k zabezpečení správné výživy rostlin, ať už se jedná o výzkumy teoretického charakteru, nebo o práce vhodné pro přímé využití ve výrobě. Obojího je třeba, aby bylo dosaženo zvýšeného využití živin z průmyslových hnojiv, v čemž máme ještě značné rezervy.

Na úseku obecné agrochemie se zabývá práce Koláře teoretickými aspekty poměrů ovlivňujících přijatelnost živin rostlinami a přináší zajímavé teoretické poznatky o iontovýmenné kapacitě, síle vazby a iontovýmenné pružnosti. Ve svých teoretických výsledcích usiluje i o aplikaci na praktickou výživu rostlin. Vliv biologických faktorů na vývoj agrochemických vlastností půd v souvislosti s hnojením probírají Jelínek a Baier. Na základě výsledků dlouhodobých stacionárních výživářských pokusů prokazují působení víceletých pícnin na úrodnost půdy, které se projevuje především na méně úrodných půdách bramborářské výrobní oblasti. Získané výsledky upozorňují na význam biologických faktorů, které nelze zanedbávat při zdůrazňování chemizace rostlinné výroby. Práce Vaňka, Knopa a Vostála je agrochemickým pohledem na podstatu přeměn, které probíhají při zaorávání slámy do půdy, což je aktuální při specializaci a intenzifikaci výroby obilovin. Ukazuje se též souvislost s minerální složkou a činností mikroorganismů v souvislosti s různými druhy N-hnojiv použitých k přihnojení. Další předností je, že detailně zkoumá vhodnost močoviny k tomuto účelu; močovina v tomto smyslu jako novější hnojivo v ČSR nebyla podrobně zkoumána.

Při posuzování přijatelnosti a využitelnosti fosforu z půdní zásoby i z dodaných hnojiv je třeba zkoumat podstatu vazeb fosforu v půdě a jejich změn, aby bylo získáno východisko pro sestavení metod zvýšení koeficientu využitelnosti fosforu k tvorbě výnosů. Touto problematikou se zabývá práce Hamana, ve které byly u orníční zeminy černoze sledovány změny ve formách půdního fosforu po aplikaci $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ a CaHPO_4 . Ukazuje přechodné fáze sorpce v hlinité frakci, sorpce fosforu na vápník, na immobilizaci v organických vazbách a vykládá pomalost průběhu sorpce nižší aktivitou Al -iontů a jejich sloučenin v alkalickém prostředí. Stále aktuální je otázka volby vhodných metod pro stanovení obsahu přijatelného fosforu v půdě. Pírků informuje ve své práci o svých výsledcích při srovnávání různých extrakčních

metod, podle kterých doporučuje zavedení metody CAL jako nejvhodnější vzhledem k hodnocení přístupnosti fosfátu v půdě. Práce Š t a u d a se zabývá obecným chováním tří forem fosforečných sloučenin v kyselé hnědé půdě a získané poznatky prakticky aplikuje na výživu lnu fosforem. Využívá přitom moderních analytických metod pro stanovení jednotlivých frakcí půdního fosforu a izotopu ^{32}P pro sledování příjmu fosforu rostlinami lnu.

Při zvyšování efektivity živin je rovněž nutný výzkum nových druhů hnojiv, výhodnějších než starší typy, ať už z hlediska vyšší efektivity, nebo usnadnění manipulace a aplikace. Jednou z prací na tomto úseku je článek Ně m c e o možnostech podzimní zaorávky bezvodého čpavku k jarním plodinám, který je speciálně zaměřen na prodloužení doby podzimní zaorávky, tj. na posunutí termínu počátku zaorávky z listopadu na měsíc říjen. Agrochemickým problémem je přitom přeměna čpavku na nitráty a nebezpečí jejich ztrát, hlavně vyplavením. Závažný je i článek H o m o l y, který je těsně spjat s aplikací agrochemických poznatků pro praktické řešení výroby. Ve své práci sledoval účinnost fosforečných sloučenin obsažených v nově vyráběných kombinovaných hnojivech a zjistil rozdíly v jejich působení v závislosti na chemickém složení. Získané výsledky jsou důležité pro usměrňování výroby kombinovaných hnojiv vzhledem k jejich složení i ke granulaci a jsou podkladem k jejich rajonizaci. Při stupňované chemizaci je nutno z manipulačních důvodů zavádět typy hnojiv, které mají zvýšenou koncentraci živin. Lze předpokládat, že důsledkem by mohlo být ochuzení půdní zásoby o tzv. vedlejší živiny, které by se mohly stát brzdou zvyšování výnosů. Jednou z těchto živin — sodíkem — se zabývá ve své práci Š i l a r, který sestavil bilanci tohoto prvku v rostlinné výrobě jako základu pro posouzení jeho potřeby.

Do monotematického čísla jsou připojeny rovněž dva příspěvky o karbo-hnojivech, kterými se mají řešit problémy výživy hlavně v devastovaných oblastech. V článcích K o v á ř e a D o l e j š k o v é dostáváme informaci o aktuálních poznatcích o karbohnojivech. Jsou to jednak výsledky nádobových pokusů, ve kterých bylo sledováno poutání a uvolňování dusíku z karbohnojiv ve srovnání s minerálními hnojivy v systému půda—rostlina, jednak poznatky vlivu hnojení na uvolňování půdního dusíku. K tomuto článku se váží další poznatky týkající se perspektivního vývoje karbohnojiv, tj. nové zdokonalené typy. Na výsledcích dvou nových typů je prokázána možnost dalšího zlepšení tohoto hnojiva, což by bylo předností proti dřívějším typům.

Ing. Adolf Ně m e c, CSc.,

koordinátor výzkumného úkolu „Výzkum a kontrola základních zdrojů živin ve výživě rostlin“, Ústav výživy rostlin — VÚRV, Praha - Ruzyně

TERMODYNAMIKA IONTOVÝMĚNNÝCH DÉJŮ K VYJÁDŘENÍ SCHOPNOSTI PŮD ZÁSOBIT ROSTLINY ŽIVINAMI

L. KOLÁŘ

KOLÁŘ L. (Economic Faculty, Agricultural University, České Budějovice). *Thermodynamics of Ion Exchange Processes for Expressing the Ability of Soils to Supply Nutrients to the Plants*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 559-567, 1974.

It is possible to evaluate quantitatively the processes of ion exchange in soils of different provenance and composition by determining the selectivity coefficients and the coefficients of the ion exchange rate, as well as by the thermodynamic values, a change of the free energy ΔF , of enthalpy ΔM and of entropy ΔS of these processes. The disparity between cations in the soil solution brought about by the ion exchanging properties of the soil is increasing at a high selectivity. The results may be used for adjusting the nutrient relations of soils in practice.

nutrients in the soil; ion exchange; thermodynamics of ion exchange; fertilizing

Jsou poznány a formulovány nové zákonitosti výživy rostlin, které dávají vědecký základ progresivní soustavě hnojení (Baier 1965, 1973a). Vztah mezi dodanými nebo v půdě přítomnými živinami a výnosem je dvoufázový (Baier, Smetánková, Hrdlička 1972). Koncentrace přijatých živin v sušině mladých rostlin charakterizuje potenciální schopnost půdy stanoviště zásobovat rostliny živinami v daných ekologických podmínkách (Baier 1972). Jsou proto anorganické rozborů rostlin jedním z principů Baierovy progresivní soustavy výživy rostlin (Baier 1973b).

K hlubšímu poznání charakteristiky daného stanoviště z hlediska první fáze (přísunu a příjmu živin) byly sledovány některé iontovýměnné procesy, aby daly odpověď na otázky o různé síle vazby iontů živin na půdní částice a o jejich ochotě přecházet do půdního roztoku.

Studium iontovýměnných procesů v půdě nemůže nahradit anorganické rozborů rostlin, ale pouze je doplnit. Má spíše pedochemický než agrochemický význam, protože výsledky na rozdíl od *ARR* nejsou závislé na rostlinách samých, ani na povětrnostních podmínkách či dalších faktorech. Při termodynamickém vyjádření umožňují kvantitativně srovnávat různá stanoviště z hlediska schopnosti zásobit rostliny živinami.

MATERIÁL A METODY

Ze sbírky půdních vzorků ornice byly vybrány skupiny, které se při blízkém zrnitostním složení lišily obsahem organických látek a iontovýměnnou kapacitou. U těchto vzorků byly zjištěny koeficienty selektivity K_A^B pro výměnu $\text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}$, $\text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{Na}^+$, $\text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{H}^+$ po předchozím vymytí výměnných kationtů 0,1 N HCl a uvedení do Ca^{2+} cyklu 10 % roztokem CaCl_2 s následujícím promytím destilovanou vodou. Experimenty byly provedeny při teplotách 15 °C, 60 °C a 80 °C a ze zjištěných hodnot byla vypočítána změna volné energie ΔF , změna entalpie ΔH a změna entropie ΔS . Studium iontovýměnných procesů bylo provedeno s roztoky chloridů vyměňovaného a vyměňujícího iontu při iontové síle $I = 0,15$ a $I = 0,05$ (Antipov-Karatajev, Antipova-

-Karatajeva 1939), koncentrace iontů v rovnovážných roztocích byla zjišťována chelatometricky (Ca^{2+}), acidometricky (H^+), kolorimetricky (Mg^{2+}) a plamenofotometricky (Na^+). Na 10 g zeminy bylo použito 200 ml výchozích směsných roztoků, jejichž koncentrace podle složení byla sumárně 18,5–24,5 mval/l pro výměnu $\text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{Na}^+$, $\text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{H}^+$ a 34 mval/l pro výměnu $\text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}$. Doba ustavení rovnováhy byla 3 dny při každodenním 8hodinovém třepání.

Koeficient selektivity K_A^B vyjadřuje podíl sorbovatelnosti iontu A k iontu B , jehož sorbovatelnost na daný půdní vzorek je rovna jedné (Štamberg, Rádl 1962). Je závislý především na charakteru iontů, na mineralogickém a chemickém složení koloidní půdní frakce, zvláště na kvalitě a obsahu humusu (Vozbuckaja 1964). S obsahem humusu se zpravidla selektivita zvyšuje (Antipov-Karatajev 1939). To proto, že minerální frakce vystupuje jako povrchový ionex, pro který je charakteristická nízká selektivita (Černescu 1937).

Koeficient selektivity K_A^B vyjadřuje rovnovážný stav při iontové výměně a je dán rovnicí Nikolského pro ionty stejné valence

$$\frac{g_A}{g_B} = K_A^B \frac{c_A}{c_B}$$

g_A, g_B = množství poutaných kationtů v mval na 100 g zeminy,

c_A, c_B = koncentrace iontů stejné valence v rovnovážném roztoku v mval/l nebo na ionty různé valence

$$\frac{g_N}{\sqrt{g_P}} = K_N^P \frac{c_N}{\sqrt{c_P}}$$

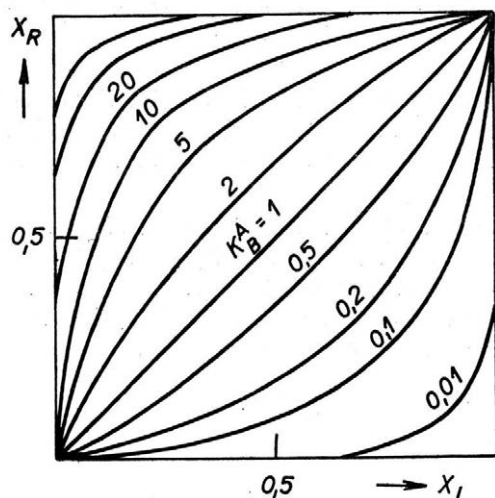
N = jednovalentní kationt,

P = dvouvalentní kationt.

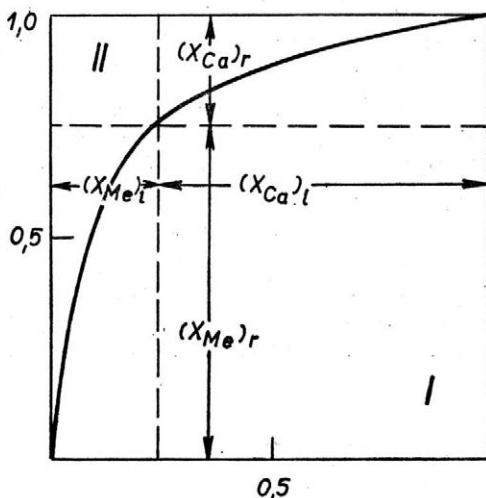
Obecně pro výměnu s a t valentních kationtů má Nikolského rovnice tvar (Nikolskij 1939)

$$\frac{\frac{1}{g_s^s}}{\frac{1}{g_t^t}} = K_s^t \frac{\frac{i}{c_s^s}}{\frac{1}{c_t^t}}$$

S, T = dvojice iontů při výměně.



1. Baumann-Eichhornův nomogram pro výměnu $\text{Me}^+ \rightleftharpoons \text{Me}^+$. — Baumann-Eichhorn nomogram for exchange of $\text{Me}^+ \rightleftharpoons \text{Me}^+$



2. Stanovení koeficientu selektivity K_A^B v čtvercovém diagramu pro výměnu $\text{Ca R} + \text{Me}^{2+} \rightleftharpoons \text{Me R} + \text{Ca}^{2+}$. — Determination of the selectivity coefficient K_A^B in a square diagram for exchange of $\text{Ca R} + \text{Me}^{2+} \rightleftharpoons \text{Me R} + \text{Ca}^{2+}$

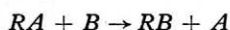
Prakticky se koeficient selektivity stanoví graficky ze závislosti poměru koncentrací rovnovážných roztoků $\frac{c_A}{c_B}$ na ose x a hodnot $\frac{1}{g_B}$ na ose y jako směrnice přímk. Ta odpovídá $\frac{K_{AB}}{g}$. Na ose y vytné přímká úsek $\frac{1}{g}$, a protože $g = (g_A + g_B)$, lze graficky zjistit iontovýmennou kapacitu 100 g zeminy pro sledovanou dvojici kationtů i koeficient selektivity K_{AB} .

Koeficient selektivity je možno zjistit také z čtvercového rovnovážného diagramu, který vyjadřuje závislost iontového zlomku vyměňujícího nebo vyměňovaného iontu v zemině na zlomku téhož iontu v rovnovážném roztoku. K vyhodnocení čtvercového rovnovážného diagramu lze použít Baumann-Eichhornových nomogramů (Baumann, Eichhorn 1947) nebo hodnotu K_{AB} zjistit změřením ploch I a II ve čtvercovém diagramu dělením plochy I plochou II.

Postup byl již dříve ověřen při stanovení K_{AB} iontové výměny na popílčích (Kolář 1966, 1967). Doporučuje se rovněž sestavení čtvercových rovnovážných diagramů z procentického vyjádření ekvivalentových koncentrací vyměňovaného či vyměňujícího iontu (Kressmann, Kitchener 1949).

- Je-li K = molární zlomek
 r = index pro sorbent
 l = index pro rovnovážný roztok
 c = analyt. stanovená koncentrace
 γ = aktivní koeficient
 A = vyměňovaný iont
 B = vyměňující iont
 R = sorbent
 a = aktivita
 K' = konstanta
 K_{AB} = koeficient selektivity

Lze psát pro výměnu:



$$K' = \left(\frac{a_B}{a_A}\right) r \cdot \left(\frac{a_A}{a_B}\right) l$$

$$K' = \left(\frac{\gamma_B}{\gamma_A}\right) r \cdot \left(\frac{X_B}{X_A}\right) r \cdot \left(\frac{c_A}{c_B}\right) l \cdot \left(\frac{\gamma_A}{\gamma_B}\right) l$$

koeficienty aktivity pro pevnou fázi nejsou známy.

$$K' = K_{AB} \left(\frac{\gamma_B}{\gamma_A}\right) r \cdot \left(\frac{\gamma_A}{\gamma_B}\right) l \quad K_{AB} = \frac{\left(\frac{X_B}{X_A}\right) r}{\left(\frac{c_B}{c_A}\right) l}$$

Pro výměnu $Me^+ \rightleftharpoons Me^+$: Pro výměnu $Me^+ \rightleftharpoons Me^{2+}$

$$\frac{X_r}{1 - X_r} : \frac{X_l}{1 - X_l} = K$$

$$\frac{X_r}{(1 - 2X_r)^2} : \frac{X_l}{(1 - 2X_l)^2} = K \frac{c_r}{c_l}$$

Hodnotu K_{AB} lze také vypočítat měřením ploch I a II v čtvercovém diagramu:

$$K_{AB} = \frac{\left(\frac{X_B}{X_A}\right) r}{\left(\frac{X_B}{X_A}\right) l} = \left(\frac{X_B}{X_A}\right) r \cdot \left(\frac{X_A}{X_B}\right) l = \frac{X_{Br} \cdot X_{Al}}{X_{Ar} \cdot X_{Bl}} = \frac{\text{plocha I}}{\text{plocha II}}$$

Množství uvolnitelných kationtů nebylo zjišťováno anorganickými rozbory rostlin, protože výsledky by mohly být zkresleny nejen fyziologickými, ale i fyzikálně-chemickými ději v systému: půdní roztok – kořenové vlášení. Proto byly půdní vzorky, paralelní k vzorkům ke stanovení K_{AB} vysušeny při 105 °C, smíseny s hrubým křemičitým vypraným pískem, vsypány do chromatografických kolonek a zvlhčeny stejným množstvím destilované vody, odpovídající zhruba maximální vodní kapacitě pro danou zrnitostní skupinu. Půdní roztok byl vytěsněn za 24 hod. etanolem (Komarova 1956), z filtrátu etanol oddestilován a půdní roztok analyzován na obsah Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ a H^+ . Perkolace byla sledována konduktometricky. Stejným zvlhčením vysušených vzorků byly zajištěny srovnatelné hodnoty pro koncentraci půdního roztoku.

Z koeficientu selektivity K_A^B je možno vypočítat změnu volné energie podle rovnice

$$-\Delta F = RT \ln K_B^A \quad [\text{cal/mol}]$$

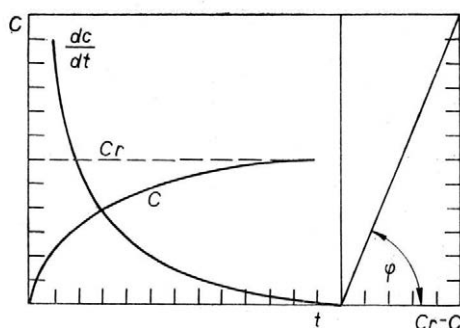
$$R = 4,57$$

$$T = 273 + t^\circ\text{C} \quad [^\circ\text{K}]$$

a z teplotní závislosti hodnot koeficientů selektivity K_A^B lze podle van't Hoffovy rovnice vypočítat změnu entalpie ΔH . Je to přibližná rovnice pro reakční isobaru, která vyhovuje pro omezený teplotní obor:

$$\log K_p = -\frac{\Delta H}{2,303 RT} + \text{konst.}$$

Z grafické závislosti $\log K_A^B$ na hodnotách $1/T$ [$^\circ\text{K}$] lze z nalezených směrnic přímek vypočítat hodnotu ΔH [cal]. Protože iontová výměna probíhá bez objemových a tlakových změn, lze psát $\Delta F = \Delta G$ a použít vztahu $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$ k výpočtu změn entropie ΔS . Vysoká záporná hodnota změny entropie ΔS prozrazuje vysokou adhezi vyměňovaného iontu k sorpčnímu komplexu a je příčinou malého obsahu tohoto iontu v půdním roztoku, i když celková zásoba uvažovaného iontu v půdě je značná (Griessbach 1963). Samotná změna volné energie ΔF je mírou vzájemného vztahu iontů aktivních skupin z hlediska iontové výměny a vyměňujících iontů. Zvětšuje se tím více, čím se zmenšuje vzdálenost největšího možného přiblížení vyměňovaného a vyměňujícího iontu (Boyd, Schubert, Adamson 1947).



3. Výpočet rychlostního koeficientu iontové výměny. c = koncentrace vyměňovaného iontu (mval/l), c_r = rovnovážná koncentrace (mval/l), t = čas (sec), $\frac{dc}{dt} = f(c_r - c)$ je přímka, jejíž směrnice je rychlostní koeficient. — Calculation of the coefficient of ion exchange rate c = concentration of exchanged ion (mval/l), c_r = equilibrium concentration (mval/l), t = time (sec), $\frac{dc}{dt} = f(c_r - c)$ is a straight line the slope of which is the rate coefficient

Pohyblivost půdních výměnných kationtů lze posuzovat měřením koeficientů selektivity půdních vzorků v iontových cyklech Me^+ a Me^{2+} náhradou za H^+ v desorpčních procesech, protože je reciprocitou pevnosti vazby poutaných kationtů (Gorbuov 1957). Při této metodě se nemůže uplatnit stupeň sorpčního nasycení a lze získat srovnatelné hodnoty.

Pružnost iontové výměny v půdních vzorcích lze vyjádřit z dat kinetiky výměny iontů zjištěním rovnovážné koncentrace vyměňovaného iontu a změn jeho koncentrace v závislosti na době t . Experimentálně zjištěná hodnota $c = f(t)$ se graficky derivuje: $dc/dt = f'(t)$. Derivace se graficky vyjádří ve tvaru $\frac{dc}{dt} = f(c_r - c)$. Směrnice této přímky udává rychlostní koeficient. Postup výpočtu je zřejmý z obr. 3.

Pracuje se v statických podmínkách, v řadě navážek půdních vzorků jemnozeme (10 g) uvedené do příslušného Me^+ či Me^{2+} cyklu stykem s 10% roztoky solí. Sleduje se úbytek koncentrace vyměňujícího iontu, jehož počáteční koncentrace je 0,01 N. Z koncentrace vyměňujícího iontu se vypočte koncentrace vyměňovaného iontu. Sníží se tak chyby při promývání zeminy uvedené do Me -cyklu. Rychlostní koeficient je možno také vypočítat z analytických dat, považujeme-li iontovou výměnu za reakci druhého řádu, podle rovnice

$$\frac{dx}{dt} = k_r (a - x) (b - x),$$

která po integraci přechází na tvar

$$k_r = \frac{2,303}{t(a-b)} \log \frac{b(a-x)}{a(b-x)}$$

k_r = rychlostní konstanta

t = doba od počátku styku [sec]

a = koncentrace vyměňujícího iontu na počátku výměny v roztoku [mval/l]

b = koncentrace vyměňovaného iontu na počátku výměny v zemině [mval/g]

x = úbytek koncentrace v době t

$(a - x)$ = koncentrace vyměňujícího iontu v roztoku v čase t [mval/l]

$(b - x)$ = koncentrace vyměňovaného iontu v zemině v čase t [mval/g]

Navazuje se zpravidla 10 g půdního vzorku v příslušném cyklu, který se přelije 500 ml 0,01 N roztoku soli, obsahující vyměňující iont.

VÝSLEDKY

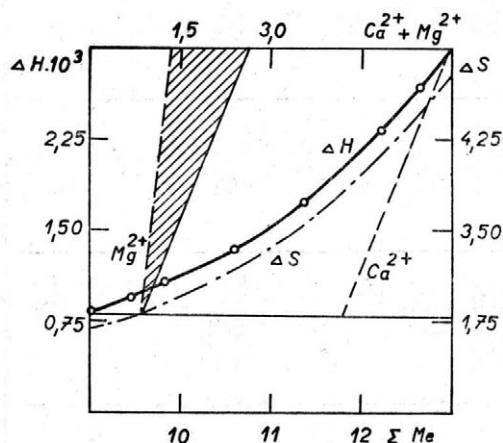
Z hlediska zrnitostního složení lze použité vzorky klasifikovat jako písčito-jílnato-hlinité zeminy podle Kopeckého klasifikace.

Množství analytických dat si vynutilo matematicko-statistické třídění a hodnocení výsledků. Pro přehled byly výsledky iontovýmenných pokusů rozděleny v tabulkách do čtyř tříd.

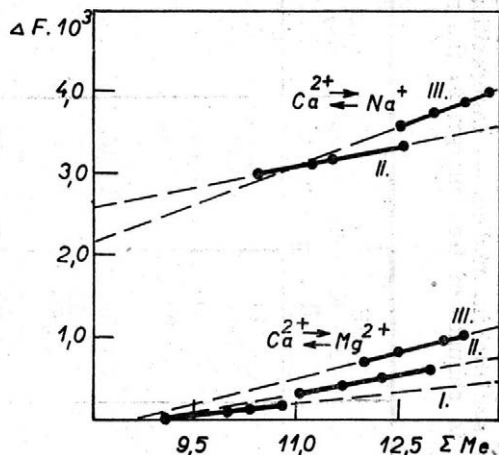
Interval spolehlivosti byl počítán z variačního rozpětí R při koeficientu spolehlivosti 0,95 podle vzorce (Eckschlager 1966)

$$\bar{x} \pm K_n \cdot R$$

Na obr. 4 je graficky zaznamenána ΔH a ΔS , zjištěná z teplotních závislostí iontových výměn a odpovídajících K_A^B . Vyčárkovaná plocha ukazuje rozdíl obsahu Mg^{2+} v půdním roztoku, závislý na růstu ΔH nebo ΔS (mimořádně shodný průběh), způsobený selektivitou výměny půdních vzorků k Ca^{2+} . Vzhledem k malému koncentračnímu oboru mají ΔH (ΔS) = $f(Ca^{2+} + Mg^{2+})$ přímkový průběh.



4. Změna enthalpie ΔH a změna entropie ΔS výměny $Ca^{2+} \rightleftharpoons Mg^{2+}$ zemín v Ca-cyklu v závislosti na celkovém množství kationtů ΣMe a na množství Ca^{2+} nebo Mg^{2+} (mval/l) v půdním roztoku. — Enthalpy ΔH and entropy ΔS change in exchange of $Ca^{2+} \rightleftharpoons Mg^{2+}$ in soils at the Ca-cycle in dependence on the total amount of cations ΣMe and on the amount of Ca^{2+} or Mg^{2+} (mval/l) in the soil solution



5. Nomogram vztahu změny volné energie ΔF na složení půdního roztoku (mval/l) v závislosti na obsahu organických látek v zemině. (III = 2,8 %, II = 2,3 %, I = 1,5 %). — Nomogram of the effect of free energy ΔF change on the composition of the soil solution (mval/l) in relation to the content of organic compounds in the soil. (III = 2,8 %, II = 2,3 %, I = 1,5 %)

Vliv ΔF na složení půdního roztoku sledovaných vzorků v závislosti na obsahu org. látek je zřejmý z nomogramu 5.

Organické látky se uplatňují u všech výměn zhruba stejně, s jejich vyšším obsahem se zvyšuje množství kationtů v půdním roztoku na jednotku ΔF .

Závislosti koeficientů rychlosti iontové výměny k_r na změně ΔF iontových výměn $Ca^{2+} \rightleftharpoons Mg^{2+}$, $Ca^{2+} \rightleftharpoons Na^+$ a $Ca^{2+} \rightleftharpoons H^+$ půdních vzorků se stejným množstvím

I. Složení půdních roztoků v závislosti na koeficientech selektivity zemin v Ca-cyklu, změn volných energií, množství vázaných kationtů a organických látek po statistickém třídění. — Composition of soil solutions as related to the selectivity coefficient of the soils in the Ca-cycle to changes of free energy, to the amount of bound cations and to organic compounds following statistical classification

Výměna	K_{AB}	ΔF 293 °K (cal)	Vázané $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ (mval/g)	Organ. látky (%)	Složení půdního roztoku (mval/l)				
					Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	H^+	Σ kationty
$Ca^{2+} \rightleftharpoons Mg^{2+}$	0,410—0,500	+ 1190 + 925	0,15 $\pm 0,02$	2,8 $\pm 0,4$	6,32 $\pm 0,64$	1,30 $\pm 0,11$	4,10 $\pm 0,03$	1,65 $\pm 0,05$	13,37 $\pm 0,83$
	0,510—0,600	+ 900 + 682	0,12 $\pm 0,03$	2,3 $\pm 0,5$	5,85 $\pm 0,52$	1,11 $\pm 0,15$	4,06 $\pm 0,06$	1,61 $\pm 0,04$	12,63 $\pm 0,77$
	0,610—0,700	+ 658 + 477	0,11 $\pm 0,02$	1,9 $\pm 0,5$	4,97 $\pm 0,43$	1,06 $\pm 0,07$	3,82 $\pm 0,18$	1,53 $\pm 0,10$	11,38 $\pm 0,78$
	0,710—0,800	+ 455 + 299	0,08 $\pm 0,03$	1,5 $\pm 0,5$	3,75 $\pm 0,56$	0,91 $\pm 0,12$	3,10 $\pm 0,39$	1,24 $\pm 0,26$	9,00 $\pm 1,33$
$Ca^{2+} \rightleftharpoons Na^+$	0,041—0,060	+ 4280 + 3770	0,15 $\pm 0,02$	2,8 $\pm 0,5$	6,47 $\pm 0,53$	1,32 $\pm 0,16$	4,27 $\pm 0,17$	1,67 $\pm 0,03$	13,73 $\pm 0,89$
	0,061—0,080	+ 3700 + 3370	0,13 $\pm 0,02$	2,4 $\pm 0,5$	5,51 $\pm 0,58$	1,26 $\pm 0,09$	4,15 $\pm 0,10$	1,59 $\pm 0,05$	12,51 $\pm 0,82$
	0,081—0,100	+ 3360 + 3080	0,11 $\pm 0,04$	2,2 $\pm 0,4$	4,76 $\pm 0,67$	1,04 $\pm 0,08$	3,59 $\pm 0,26$	1,40 $\pm 0,07$	10,79 $\pm 1,08$
	0,101—0,120	+ 3070 + 2830	0,09 $\pm 0,02$	1,8 $\pm 0,4$	3,68 $\pm 0,41$	0,85 $\pm 0,14$	2,86 $\pm 0,30$	1,28 $\pm 0,10$	8,67 $\pm 0,95$
$Ca^{2+} \rightleftharpoons H^+$	0,610—0,800	+ 658 + 299	0,15 $\pm 0,02$	2,3 $\pm 0,6$	6,12 $\pm 0,44$	1,26 $\pm 0,10$	4,08 $\pm 0,04$	1,63 $\pm 0,03$	13,09 $\pm 0,61$
	0,810—1,000	+ 283 0	0,12 $\pm 0,02$	2,5 $\pm 0,3$	5,67 $\pm 0,55$	1,09 $\pm 0,11$	4,03 $\pm 0,03$	1,58 $\pm 0,06$	12,37 $\pm 0,75$
	1,010—1,200	— 12,3 — 247	0,10 $\pm 0,03$	1,9 $\pm 0,4$	4,81 $\pm 0,37$	1,04 $\pm 0,15$	3,90 $\pm 0,15$	1,45 $\pm 0,13$	11,20 $\pm 0,80$
	1,210—1,400	— 256 — 450	0,08 $\pm 0,04$	1,5 $\pm 0,6$	3,70 $\pm 0,29$	0,90 $\pm 0,07$	3,15 $\pm 0,31$	1,30 $\pm 0,11$	9,05 $\pm 0,73$

organických látek a zrnitosti jsou dány křivkami, které v logaritmické stupnici dávají přímky. Odpovídají tedy obecné rovnici:

$$y = ax^n$$

Z experimentálních dat byly odvozeny tyto empirické vzorce: (obsah organ. látek ve vzorcích 1,9–2,2 %)

$$k_r = 0,059 - 0,00013 \Delta F_{0,83} \text{ pro } \text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}$$

$$k_r = 5240 - 0,000016 \Delta F_{2,35}^2 \text{ pro } \text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{Na}^+$$

$$k_r = 3,17 - 0,095 \Delta F_{0,54}^0 \text{ pro } \text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{H}^+$$

DISKUSE

Z výsledků je zřejmé, že se stoupajícím koeficientem selektivity se zmenšuje rozdíl mezi jednotlivými kationty v půdním roztoku. Ve třídě $K_{\text{MgCa}} = 0,41 - 0,50$ je v půdním roztoku $4,85 \times$ více Ca^{2+} než Mg^{2+} . Ve třídě $K_{\text{MgCa}} = 0,71 - 0,80$ je tento rozdíl pouze $4,1$ násobný. Podobně je rozdíl vápníku a draslíku v této třídě $1,20$ násobný a ve třídě $K_{\text{MgCa}} = 0,41 - 0,5$ je $1,54$ násobný.

Naprostě stejné závislosti platí pro výměny $\text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{Na}^+$ a $\text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{H}^+$.

Potvrdilo se tvrzení Antipov-Karatajeva pro černozemě, že se stoupajícím obsahem organických látek se snižuje koeficient selektivity i u zemin s nízkým obsahem humusu. Nelze zapomenout, že nízká hodnota koeficientu selektivity znamená naopak vysokou selektivitu pro danou iontovou výměnu.

Protože se zvyšujícím se obsahem organických látek se zvyšuje celková iontovýmenná kapacita i iontovýmenná pružnost, znamená snížení hodnoty koeficientu selektivity (vyšší selektivita) zvýšení obsahu kationtů v půdním roztoku. Přitom se současně zvětšuje nepoměr mezi kationty v půdním roztoku, vyvolaný iontovýmennými vlastnostmi zeminy.

Statistické vyhodnocení ukázalo, že K_A^B je vlastností zeminy a je proto možno kromě studia speciálních případů se orientovat na jedinou iontovou výměnu, laboratorně snadno a rychle sledovatelnou, protože získané výsledky lze zobecnit.

Čím je kladná hodnota změny volné energie iontovýmenného procesu ΔF vyšší, tím se vyměňující iont méně sorbuje vzhledem k vyměňovanému iontu. Naopak záporné hodnoty ΔF prozrazují vyšší sorbovatelnost vyměňujícího než vyměňovaného iontu. Je zajímavé, že s růstem obsahu organických látek v zemině je výměnná aktivita H^+ vzhledem k Ca^{2+} podstatně snížena; nemají tedy organické látky při bilancích vázaného vápníku pouze význam pufrčního agens.

Měřením ΔH (popřípadě ΔS) některých iontovýmenných reakcí půdních vzorků lze získat o selektivě iontových výměn v zemině mnohem přesnější obraz, než při pouhém zjištění K_A^B (popřípadě ΔF) a kromě toho je k dispozici faktor, kterým lze kvantitativně srovnávat zeminy mezi sebou z hlediska schopnosti předávat ionty do půdního roztoku. Záporné hodnoty ΔS svědčí o neochotě k výměně zeminou vázaného iontu, vysoké kladné hodnoty ΔH a ΔS o vyhraněné selektivě. Z grafu č. 4 je zřejmé, že jen vlivem selektivity k Ca^{2+} , provázené růstem ΔH a ΔS , se půdní roztok chudých, nehnojených zemin, použitých v pokusech, ochudí o zhruba $6 \text{ kg Mg}^{2+}/\text{ha}$ při snížení uvolnitelnosti Mg z $1,7$ na $1,3 \text{ mval/l}$ v systému $\text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}$ a je samozřejmé, že při současné přítomnosti ostatních konkurujících iontů jsou schodky daleko větší a s nasycením sorpčního komplexu dále stoupají.

Koeficient rychlosti iontové výměny je tím menší, čím ΔF iontovýmenného procesu je vyšší. Bylo opět u všech tří sledovaných výměn dosaženo shody. Závislost je sice dána experimentální křivkou, ale v malém oboru změn ΔF a k_r ji možno nahradit přímkou.

1. Měření koeficientů selektivity K_A^B půdních vzorků v Me-cyklech při různých teplotách umožňuje vypočítat změnu volné energie ΔF , změnu entalpie ΔH a změnu entropie ΔS iontovýměnných procesů. Termodynamické veličiny jsou srovnatelným kvantitativním ukazatelem pro vzorky zemin různého původu a složení z hlediska iontové výměny.

2. Výsledků možno použít nejen při řešení některých vědeckých otázek při studiu výživy rostlin, ale i při úpravě živného režimu půd v praxi.

3. Pro praktické aplikace lze s jistotou nepřesností nahradit pracné laboratorní operace poměrně snadným stanovením koeficientu rychlosti iontové výměny pro danou dvojici iontů. Nízké hodnoty k_r svědčí o vysoké hodnotě ΔF a o vysoké selektivitě k vyměňovanému iontu, tj. nízké hodnotě koeficientu K_A^B . Lze potom doporučit vést dosycovací hnojení tak, aby byl zdůrazněn vliv koncentrace iontů, které se obtížněji sorbují vzhledem k vápníku, především draslíku a horčíku. Zároveň je možno se postarat o zvýšení iontovýměnné pružnosti organickým hnojením, které samo o sobě zvyšuje iontovýměnnou selektivitu, protože povrchová iontová výměna přechází na výměnu ve hmotě. Takto upravený živinný režim možno potom kontrolovat anorganickými rozborů rostlin.

Literatura

- ANTIPOV-KARATAJEV I. N., 1939: Zakonomernosti kationovo obmena v počvach v rastvorach smesej nejtralnych solej. Kolloidnyj žurnal, V, 5: 427-431.
- BAIER J., 1965: Závislost výnosu zrna ovsa na odběru N a jeho poměru k P_2O_5 . Rostlinná výroba 11, 9: 889-908.
- BAIER J., 1972: Některé novější poznatky z výživy rostlin uplatňované v soustavách hnojení. Rostlinná výroba, 18, 11: 1135-1145.
- BAIER J., SMETÁNKOVÁ M., HRDLÍČKA J., 1972: Sledování stavu výživy polních plodin anorganickými rozborů rostlin. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do praxe, V-4, ČAZ-ÚVTI, Praha.
- BAIER J., 1973a: Progresivní soustava výživy rostlin. Sborník referátů ze semináře, ČZS České Budějovice.
- BAIER J., 1973b: Stanovení optimálních dávek hnojiv pro přihnojení ozimé pšenice podle anorganického rozborů rostlin. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do praxe. V, 2, ČAZ-ÚVTI Praha.
- BAUMANN W. C., EICHHORN J., 1947: J. Am. Chem. Soc., 69, 2832.
- BOYD G. E., SCHUBERT J., ADAMSON A. W., 1947: J. Am. Chem. Soc., 69 2818-2829. (Griessbach R., 1957: Austauschadsorption in Theorie und Praxis, Akademie-Verlag Berlin).
- ČERNESCU H., 1937: Disertační práce, Curych. (Griessbach R., 1963: Teorie a praktika jonovovo obmena, Izd. Inostrannoj literatury, Moskva).
- ECKSCHLAGER K., 1961: Chyby chemických rozborů. SNTL Praha.
- GORBUNOV N. I., 1957: Počvennyje koloidy. Izd. AN SSSR, Moskva, 263 s.
- GRIESSBACH R., 1963: Teorie a praktika jonovovo obmena. Izdatelstvo Inostrannoj literatury, Moskva, 499 s.
- KOLÁŘ L., 1967: Příspěvek k studiu iontové výměny na popílcích z elektráren a tepláren. Sborník PEF VŠZ České Budějovice, V, 12: 43-55.
- KOLÁŘ L., 1966: Sorpční vlastnosti elektrárenského popílku. Rostlinná výroba, 12, 10: 1055-1070.
- KOMAROVA N. A., 1956: Vytěsněníje počvennych rastvorov metodou zamješčenija židkostjami i ispolzovanie metoda v počvennych issledovanijach. Tr. Počv. instituta AN SSSR, (svazek 51. KRESSMANN T. R. E., KITCHENER J. A., 1949: J. Chem. Soc. 1949, 1196, 1212, (Griessbach R., 1957: Austauschadsorption in Theorie und Praxis, Akademie-Verlag Berlin).
- NIKOLSKIJ B. P., 1939: Zakony obmena jonov meždu tverdoj fazoj i rastvorom. Uspěchi chimiji tom VIII, 10.
- ŠTAMBERG J., RÁDL V., 1962: Ionexy. SNTL Praha, 169 s.
- VOZBUCKAJA A. E., 1964: Chimija počvy. Izd. „Vysšaja škola“, Moskva, 397 s.

Došlo dne 2. 2. 1974

KOLÁŘ L. (Provozň ekonomická fakulta Vysoké školy zemědělské, České Budějovice). *Termodynamika iontovýmenných dějů k vyjádření schopnosti půd zásobit rostliny živinami*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 559-567, 1974.

Procesy iontové výměny v zeminách různého původu a složení lze kvantitativně posuzovat stanovením koeficientů selektivity a koeficientů rychlosti iontové výměny a také termodynamickými hodnotami, změnou volné energie ΔF , změnou enthalpie ΔH a změnou entropie ΔS těchto dějů. Při vysoké selektivitě se zvyšuje nepoměr mezi kationty v původním roztoku, vyvolaný iontovýmennými vlastnostmi zeminy. Výsledků se dá použít při úpravě živinného režimu půd v praxi.

živiny v půdě; iontová výměna; termodynamika iontové výměny; hnojení

КОЛАРЖ Л. (Производственно-экономический факультет Сельскохозяйственного института, Ческе Будейовице). Термодинамика ионообменных явлений по выражению способности почв снабдить растения питательными веществами. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 559-567, 1974.

Процессы обмена ионами в грунтах разного происхождения и состава можно количественно оценивать путем определения коэффициентов селективности и коэффициентов скорости ионного обмена, а также термодинамическими значениями, изменением свободной энергии ΔF , изменением тепловой функции ΔH и изменением энтропии ΔS этих явлений. При высокой селективности повышается несоответствие между катионами в почвенном растворе, вызванное ионообменными свойствами грунта. Результаты можно использовать при регуляции питательного режима почв на практике.

питательные вещества в почве; ионный обмен; термодинамика ионного обмена; удобрение

Adresa autora:

Doc. ing. Ladislav Kolář, CSc., katedra agrochemie, pedologie a základní agro-techniky, PEF VŠZ, Šrámkova 15, 370 00 České Budějovice

**Výběr z nových přírůstků
Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTI
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 hod. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

Hubernator, V. S. E 36.642
Jačmiň. Kyjiv, Urožaj 1973. 152 s. 24 obr. 46 tab. (Ječmen — pěstování a šlechtění — příručka)

Schleihau, J. C 17.395/46
Oat and barley production in Ontario. Toronto, Ontario Depart. of agric. and food 1972. 6 s. obr. Information leaflet 46. (Ječmen a oves — pěstování — Kanada — Ontario)

Savickij, K. A. — Jašovskij, I. V. — Rizničenko, I. P. E 36.570
Proso. Kyjiv, Urožaj 1973. 201 s. 24 obr. 89 tab. (Proso — pěstování — příručka)

D 62.616
Genetika kartofelja. Moskva, Nauka 1973. 261 s. obr. tab. (Brambory — dědičnost / Brambory — šlechtění — příručka)

D 62.740
Ziemniak, kartofel, the potato. Text též rus., angl. Poznaň, Poradnik gospodarski. 1970. 157 s. obr. tab. 1971. 218 s. obr. tab. 1972. 234 s. obr. tab. (Brambory — výzkum — Polsko — sborník)

Johnson, W. A. — Evans, C. E. D 22.375/200
Soil fertility studies with potatoes in central and northern Alabama. Auburn (Alabama), Agricultural experiment station 1972. 16 s. tab. Circular 200. (Brambory — hnojení strojené — výzkum — USA)

VLIV HNOJENÍ NA VÝROBNOST PLODIN V OSEVNÍCH SLEDECH RŮZNÝCH EKOLOGICKÝCH OBLASTÍ

K. JELÍNEK, J. BAIER

JELÍNEK K.,* BAIER J.** (Agricultural Research Institute Hrušovany near Brno,* Research Institutes of Plant Production, Institute of Plant Nutrition, Praha - Ruzyně**). *Influence of Fertilizing on the Production Capacity of Crops in Crop Rotations*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 0-00, 1974.

Stationary nutrition trials carried out in different ecological regions of Czechoslovakia show not only mineral and organic fertilizing to influence the formation of crop yields but stress also the influence of perennial forage plants as factors increasing soil fertility. The importance of these crops is especially conspicuous on soils of minor fertility in the potato-growing region and cannot be completely substituted by fertilizing. The importance of organic and mineral fertilizing in the crop rotations increases in proportion with the time which elapsed from the cultivation of perennial forage plants. This is true for all production types, even for Chernozem soils. It is necessary to take into account this relation under conditions of higher concentrations especially of cereals under which the percentage of perennial forage plants in the crop structure is reduced.

fertilizing in crop rotation; perennial forage plants; production capacity of crops; soil fertility

Další rozvoj zemědělské socialistické velkovýroby si nedovedeme dnes již představit bez intenzifikačních faktorů, mezi které na jedno z předních míst řadíme průmyslová hnojiva. Jejich optimální využití pro tvorbu výnosu zemědělských plodin a další zvyšování půdní úrodnosti je však svázáno s celou soustavou dalších opatření. Dnes již považujeme za obecně samozřejmý základ lepšího využití minerálních živin organická hnojiva. Jejich význam na celkové produkci plodin až do 20 % zjistili Š k a r d i, B á n o (1967). Práce Š k a r d y (1967, 1968) svědčí o tom, že již podceněním významu organického hnojení dochází ke snižování výnosu plodin. Výsledky mnoha autorů pak dokazují (J e n s s o n 1969, B r u c h h o l z 1969, P š e b e l s k i j aj. 1970), že jen spojený účinek organických a minerálních hnojiv je zdrojem možnosti vysokých výnosů.

Se změnou struktury pěstovaných zemědělských plodin v posledních letech byl poněkud zanedbán vliv víceletých píceň. Jejich kladné působení na půdní úrodnost na straně jedné a negativní účinky, spojené s jejich nezařazováním, vedoucí k nutnosti zvýšení dávek průmyslových hnojiv můžeme demonstrovat na našich stacionárních pokusech.

MATERIÁL A METODY

Výživářské osevní postupy byly podle jednotné metodiky (Baier 1963) založeny v r. 1956. Pokusná stanoviště jsou zvolena v ekologických podmínkách vystihujících charakteristické rysy hlavních výrobních oblastí ČSSR. Podrobný

popis stanovištních podmínek i metodiky pokusů je uveden v citované práci (Baier 1963). Pokusy jsou založeny na následujících stanovištích:

Pohořelice, kukuřičná výrobní oblast, hlinitá černozem
 Čáslav, řepařská výrobní oblast, hlinitá černozem
 Ivanovice na Hané, řepařská výrobní oblast, hlinitá černozem
 Lukavec, bramborářská výrobní oblast, písčitohlinitá, hnědá půda
 Vígláš, bramborářská výrobní oblast, hlinitá hnědozem.

Pro naše hodnocení významu pestitelských a hnojařských opatření na tvorbu výrobnosti plodin v osevních sledech jsme zpracovali dvě období mezi lety 1961 až 1970 v sestavách:

Stanoviště pokusu	Období	
	I	II
Pohořelice, Čáslav, Lukavec	1961—1964	1965—1968
Ivanovice, Vígláš	1961—1966	1967—1970

Dělení na období je spojeno s lety provádění chemických analýz půd na přístupné živiny. Dynamiku změn zásob živin zhodnotíme v další práci z těchto pokusů, tak jak byla zatím zpracována ve zprávě Baier, Jelínek (1971).

Z řady kombinací pokusů hodnotíme v práci následující:

- 021 — od roku 1960 nehnojené dílce (v období 1956—1959 hnojeno kompostem),
- 011 — organické hnojení v osevním sledu u okopanin (v grafech značené * — 200 q hnoje, ** — 350 q hnoje, *** — 500 q hnoje/ha),
- 014 — kombinace plného NPK hnojení se základním hnojením organickým (jako na kombinaci 011). V průměru plodin osevních sledů bylo ročně použito v kg/ha č. ž. — 80 : 72 : 80, tj. 232 kg/ha NPK.

Pro hodnocení výrobnosti použili jsme přepočtu výnosů na Pj (fosforečné jednotky — Baier 1969). V grafech používáme symbolů pro organické hnojení +, zvýrazňujeme zařazení víceletých pícnin — ● a luskoviny — ○. Používáme zkratky pro označení pěstovaných plodin, snadno dešifrovatelných u běžných kultur. Z ostatních uvádíme: RK — řepa krmná, PE — peluška, SM — směska ozimá, ŽK — žito krmné, BO — bob, ST — strništní seč pícnin, KZ — kukuřice na zrno.

VÝSLEDKY A DISKUSE

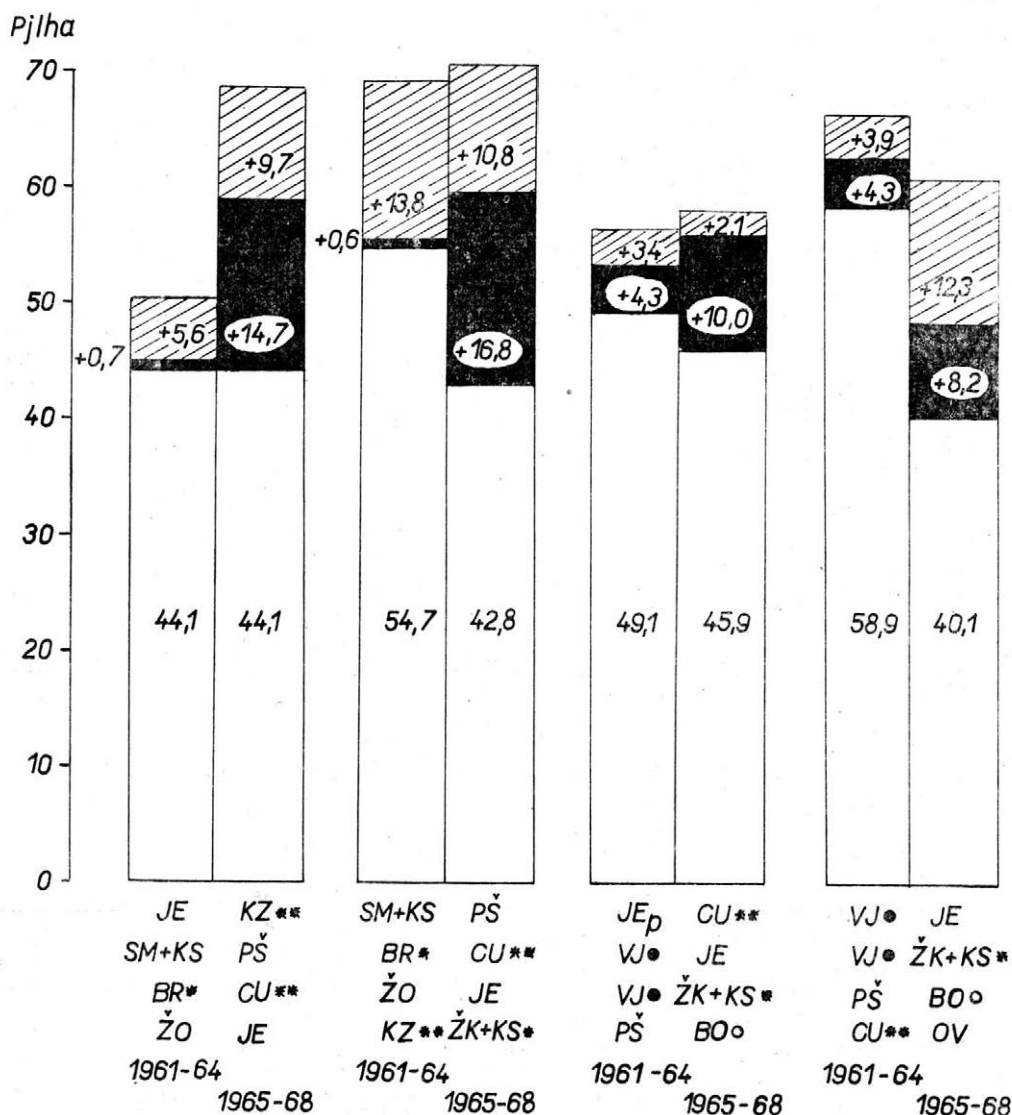
V grafech I—V sestavujeme výnosy plodin v průměrech za hodnocená období a přepočtech na Pj/ha podle honů osevních sledů jednotlivých pracovišť. Sloupce grafů jsou děleny na hodnoty stanovující podíl faktorů tvořících výnosy. Celý sloupec udává výši celkové výrobnosti za pokusné období, v podstatě efektivní půdní úrodnost, jako výnos plně NPK hnojené kombinace (014) s dělením na: základní půdní úrodnost — výnosy nehnojené kombinace (021) a podíly reakce plodin osevních sledů na organické a minerální hnojení.

Od průměrné výrobnosti kolem 60 Pj/ha čtyř pracovišť se odlišuje pouze Vígláš, kde na hnědozemní půdě slaběji zásobené hlavními živinami jsme získali v průměru jen kolem 43 Pj/ha.

Grafické členění jednotlivých podílů, tvořících výrobnost, celkem jednoznačně stanovuje rozdíly výrobních oblastí a určuje význam jak organického, tak i minerálního hnojení. Uvedené vyniká výrazně při srovnání pracovišť řepařské výrobní oblasti — Čáslav, se stanovištěm v bramborářské výrobní oblasti — Lukavec. Při shodné průměrné výrobnosti cca 63 Pj/ha je faktorová diferenciace mezi základní úrodností a vlivem hnojení na tvorbu výnosu velmi rozdílná a naznačuje do jisté míry potřebu hnojiv v těchto ekologických podmínkách.

$\bar{P}_j$ / ha	hon 1		hon 2		hon 6		hon 7	
	51,8	68,5	69,1	70,9	56,5	58,0	66,4	60,6

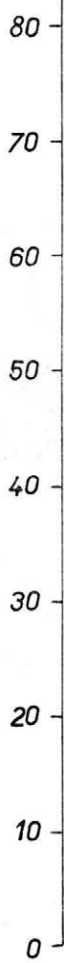
 vliv NPK
 hnoje
 půdní úrodnosti

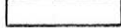


1. Výrobnost plodin na honech osevního sledu dvou pokusných období v Pj — Pohorelice. — Production capacity of crops on the fields of the crop rotation in two experimental periods in FU — Pohorelice

$\bar{\sigma} \leq P_{jlha}$	hon 3		hon 4		hon 5		hon 6	
	50,9	72,6	65,3	63,8	58,6	67,4	70,3	59,7

P_{jlha}

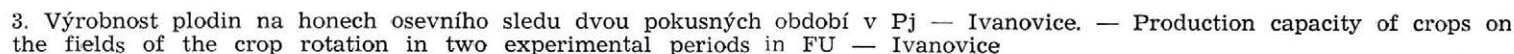


 vliv NPK
 hnoje
 půdní úrodnosti

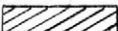
PŠ	VJ•	CU**	PŠ	JE _p	CU**	VJ•	JE
CU**	PŠ	JE	CU**	VJ•	JE	VJ•	ŽK+KS*
JE _p	CU**	VJ•	JE	VJ•	ŽK+KS*	PŠ	BO°
VJ•	JE	VJ•	ŽK+KS*	PŠ	BO°	CU**	OV
1961-64	1965-68	1961-64	1965-68	1961-64	1965-68	1961-64	1965-68

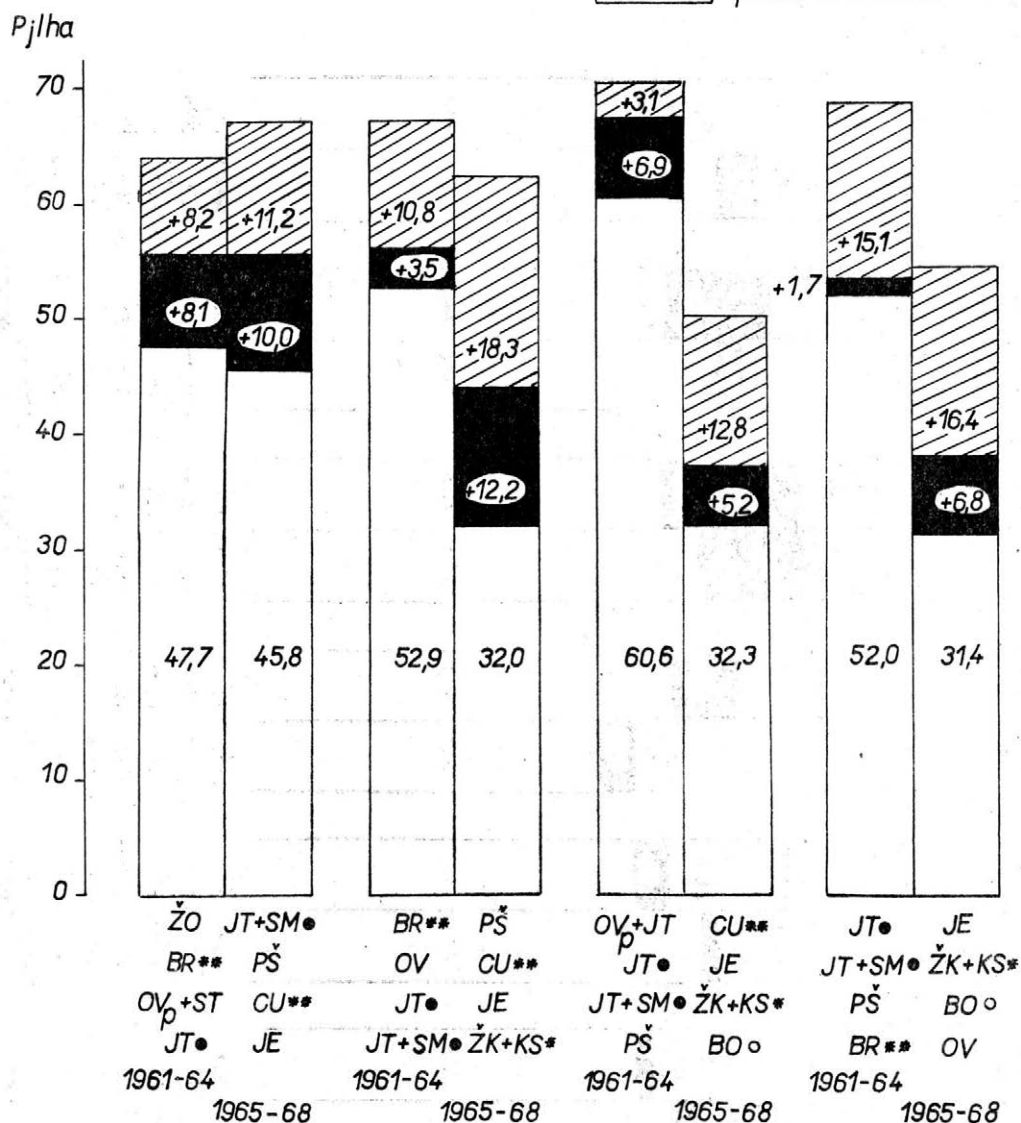
2. Výrobnost plodin na honech osevniho sledu dvou pokusných období v F. — Čáslav. — Production capacity of crops on the fields of the crop rotation in two experimental periods in FU — Čáslav

 vliv NPK
hnoje
půdní úrodnosti

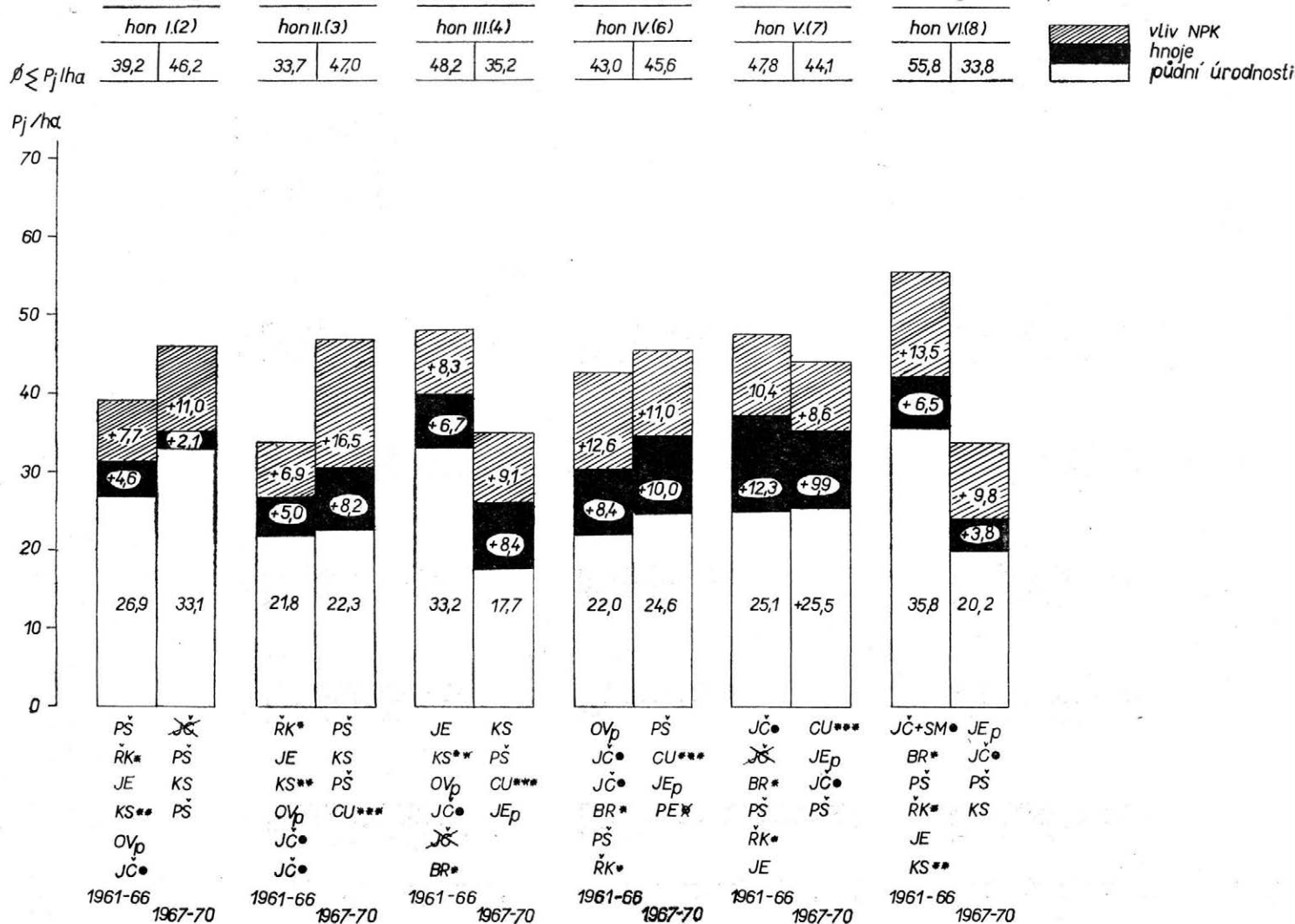


$\bar{P}_{jlha}$	hon 3		hon 4		hon 5		hon 6	
	64,0	67,0	67,2	62,5	70,6	51,3	68,8	55,1

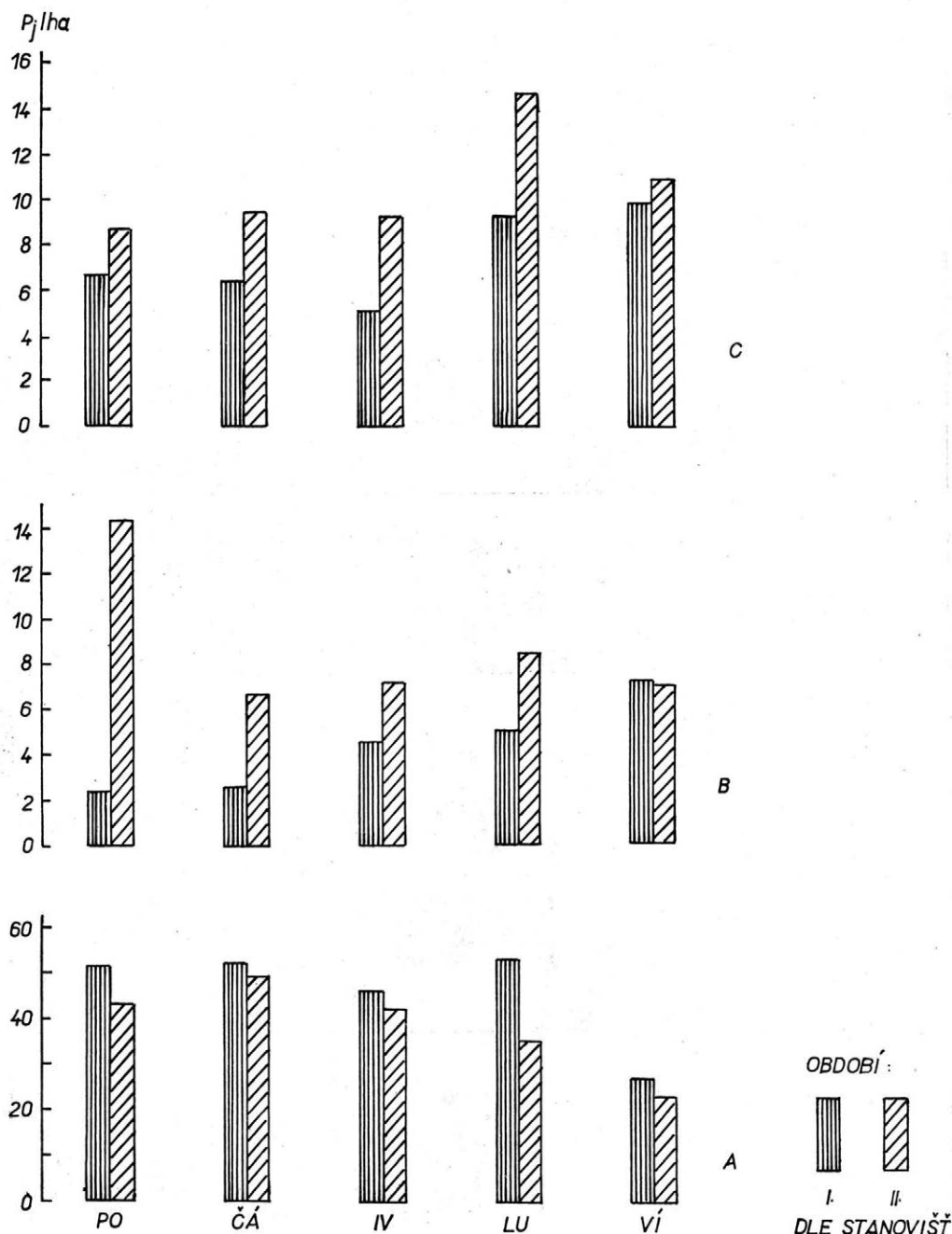
 vliv NPK
 hnoje
 půdní úrodnosti



4. Výrobnost plodin na honech osevního sledu dvou pokusných období v Pj — Lukavec. — Production capacity of crops on the fields of the crop rotation in two experimental periods in FU — Lukavec



5. Výrobnost plodin na honech osevního sledu dvou pokusných období v Pj — Víglas. — Production capacity of crops on the fields of the crop rotation in two experimental periods in FU — Víglas



6. Průměr výrobnosti osevních sledů pracovišť v Pj za pokusná období: A) — výrobnost nehnojené varianty, B) — přírůstek výrobnosti dosažený organickým hnojením, C) — přírůstek výrobnosti po hnojení NPK. — Average production capacity of crop rotations at the different stations in FU during the experimental period: A Production capacity of the non-fertilized variant, B Increase in production capacity brought about by organic fertilizing, C Increase in production capacity after NPK fertilizing

Sestavy sledů plodin uvedené v grafech prokazují, že v době pokusu byly víceleté pícniny a to jak vojtěška, tak i jetel červený zařazovány více v prvním pokusném úseku let. Významné rozdíly v hodnotách výnosů základní — nehnojené varianty jako důsledek celkového vlivu víceletých pícnin je možné najít na příslušných honech pracovišť (Pohořelice — hon 7, Čáslav — hony 3 a 6, Ivanovice — hony 4 a 5, Lukavec — hony 4, 5, 6 oproti honu 3, Víglah — hony 4 a 8).

Je tedy možné konstatovat, že výše základní půdní úrodnosti byla na všech pracovištích tří výrobních oblastí podmíněna zařazením víceletých pícnin. Význam těchto plodin pak roste od půd černozemních k půdám hnědým, tj. do výrobní oblasti bramborářské. Přitom jednoletá pícnina (jetel červený) má na hodnotu půdní úrodnosti, hodnocenou výrobností plodin slabší vliv, spočívající oproti vojtěšce v podstatě menším množství zaorávané organické hmoty a době působení na půdu. Tato naše pozorování jsou shodná s výsledky B e s e d i n a aj. (1970), hodnotícími zvláště kladně vojtěšku, která snižuje ztráty živin a zvyšuje významně úrodnost půd.

V grafu 6, který uvádí průměry výrobnosti celých sledů našich pokusných stanovišť, je vyjádřena výrobnost nehnojené varianty v Pj/ha jako základní hodnota půdní v širším pojetí ekologické úrodnosti. Účinnost organického a minerálního hnojení je pak uváděna v přírůstcích výrobnosti ve stejných srovnatelných jednotkách. Rozčlenění na dvě pokusná období opět zdůrazňuje význam víceletých pícnin v prvním úseku pokusu. Organické hnojení hnojem nahrazuje částečně účinek víceletých pícnin v osevních sledech a jeho vliv roste se vzdáleností plodin od zaorávaných víceletých pícnin. V obráceném srovnání snižuje následné působení zaoraných víceletých pícnin přímý účinek hnoje na výnosy plodin.

Vliv plného NPK hnojení se při poklesu základní půdní úrodnosti zvyšuje a to opět dále v osevním postupu od víceletých pícnin a výrazněji v oblastech méně úrodných půd. Zařazení luskovin můžeme charakterizovat jako výživářské opatření, snižující negativní působení poklesu výrobnosti plodin v osevních sledech.

Průměrnou výrobnost osevních sledů za prvé a druhé období pokusu na plně hnojené variantě NPK udává následující přehled:

Stanoviště pokusu
Výrobnost Pj/ha za období pokusu

	I	II
Pohořelice	60,2	64,5
Čáslav	61,3	65,6
Ivanovice	55,6	59,2
Lukavec	67,7	59,0
Víglah	44,6	42,0

Z uvedeného přehledu je tedy možné opět konstatovat, že význam víceletých plodin je zvláště výrazný v bramborářské výrobní oblasti, kde ani vyšší účinek dodávaných hnojiv a to jak organických, tak i minerálních nevyrovná klesající produkci plodin.

Literatura

BAIER J., 1963, K významu vlivu intenzivních dávek průmyslových hnojiv v ČSSR. Rostlinná výroba, 9:3-4.

- BAIER J., 1969, Abeceda výživy a hnojení rostlin. SZN Praha.
- , JELÍNEK K., 1971, Studium základních podmínek využití živin na tvorbu výnosů a půdní úrodnost. Závěrečná zpráva VÚZA Hrušovany u Brna.
- BESEDIN P. N., BULATOVA T. V., 1970, Soderžaniye ugleroda, azota i fosfora pri dlitelnom vozdejstvii udobrenij v sevooborotach. Chlopkovodstvo, 5:24-27.
- BRUCHHOLZ H., 1969, Der Einfluß der mineralischen Düngung auf Ertragsleistung und Nährstoffbilanz einer Fruchtfolge auf Leichten Böden. Kali-Briefe, Fachgebiet 6, 30:1-7.
- JENSSON Sv. L., 1969, Intensiteten in växtnäringstillförseln belvst av bördighetsstudier. Kungl. Skogs-Lantbruksakad. T., 108, 6:283-298.
- PŠEBELSKIJ V. V., SMAGLIJ A. P., 1970, Vlijanije sistematičeskogo vnesenija udobrenij v zerno-sveklivičnom sevooborote na urožajnost kultur i azotnyj režim možnogo malogumusnogo černozema. Agrochimija, 10:3-7.
- SARKADI J., BÁNÓ T., 1967, Szerves és műtrágyák hatásának vizsgálata tartamkísérletekben. Trágyázási Kísérletek, Budapest, str. 74-95.
- ŠKARDA M., 1967 Závíslost dynamiky některých agrochemických vlastností půdy na různém organickém a stupňovaném minerálním hnojení. Věd. práce ÚVÚRV, 11:61-76.
- ŠKARDA M., 1968, Vliv hnoje a kompostu na výnosy a produkční schopnost odebraného N u cukrovky při stupňované intenzitě minerálního hnojení. Rostlinná výroba, 11—12:1043-1056.

Došlo dne 2. 2. 1974

JELÍNEK K.,* BAIER J.** (Výzkumný ústav základní agrotechniky, Hrušovany,* Ústav výživy rostlin, Praha - Ruzyně**). *Vliv hnojení na výrobnost plodin v osevních sledech různých ekologických oblastí*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6):00-00, 1974.

Stacionární výživářské pokusy v různých ekologických oblastech ČSSR prokazují význam nejenom hnojení a to jak organického, tak i minerálního na tvorbu výnosu plodin, ale i vliv víceletých pícnin, jako faktoru, zvyšujícího úrodnost půd. Význam těchto plodin je zvláště výrazný na méně úrodných půdách výrobní oblasti bramborářské a není plně nahraditelný hnojením. Význam organického a minerálního hnojení v osevních postupech se zvyšuje s časovým odstupem vzdáleností od víceleté pícniny a to ve všech výrobních oblastech i na půdách černozemních. S touto relací je nutné počítat v podmínkách vyšších koncentrací zvláště obilnin, kdy dochází ke snížení procenta víceletých pícnin ve struktuře plodin.

hnojení v osevních sledech; víceleté pícniny; výrobnost plodin; úrodnost půd

ЙЕЛИНЕК К.,* БАЙЕР Й.** (Научно-исследовательский институт основной агротехники, Грушованы у Брно,* Институт питания растений, Прага-Рузынь**). *Влияние удобрения на продуктивность культур в севооборотах разных экологических областей*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6):0-0, 1974.

Стационарные кормовые опыты, проведенные в разных экологических областях ЧССР, показали значение не только органического и минерального удобрения на образование урожая культур, но и влияние многолетних кормовых культур в качестве фактора, повышающего плодородие почв. Значение этих культур особенно явно на менее плодородных почвах производственных картофелеводческих областей и полностью их нельзя заменить удобрением. Значение опранического и чинералского удобрения в севооборотах возрастает со временем от многолетней культуры, а именно во всех производственных областях и на черноземных почвах. С этим необходимо считаться в условиях повышенной концентрации, в особенности зерновых когда происходит понижение процента многолетних кормовых в структуре культур.

удобрение в севообороте; многолетние кормовые; продуктивность культур; плодородие почвы

Adresy autorů:

Ing. Karel Jelínek, CSc., Výzkumný ústav základní agrotechniky, 664 62 Hrušovany u Brna
Ing. Jan Baier, CSc., VÚRV — Ústav výživy rostlin, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

VYUŽITELNOST DUSÍKU PRŮMYSLOVÝCH HNOJIV PO HNOJENÍ SLÁMOU

V. VANĚK, K. KNOP, J. VOSTAL

VANĚK V., KNOP K., VOSTAL J. (Agricultural University, Praha). *Utilization of Nitrogen from Industrial Fertilizers after Fertilizing with Straw*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 579-586, 1974.

The effect of an addition of 1 per cent of straw on the content of mineral nitrogen in four soils following fertilizing with ammonium nitrate, urea and ammonium sulphate (at a dose of 300 ppm N) was investigated under laboratory conditions. Microorganisms utilize $\text{NH}_4\text{-N}$ preferentially and among the investigated fertilizers the highest immobilization of N was found after fertilizing with urea. The total immobilization of mineral N depended on the soil properties and on the applied fertilizers and amounted to 0.46—0.89 kg N for ammonium nitrate, 0.59—1.23 kg N for urea and 0.79—0.87 kg N for ammonium sulphate, resp. at the end of the experiment. It is assumed that urea represents an appropriate N source for microorganisms and that it is, therefore, more convenient for balancing the unfavourable relation of C : N after turning under straw. On light soils N losses were reduced after joint application of both straw and urea.

fertilizing with straw; fertilizing with nitrogen; immobilization of mineral nitrogen

Zaorávka slámy se stává ve většině zemědělských podniků velmi aktuální a vzhledem k tendencím nových technologií živočišné výroby bude tento způsob hnojení organickou hmotou stále častější.

Za rozhodující faktor ovlivňující účinnost hnojení slámou je považováno vyrovnání nevhodného poměru C : N, aby v důsledku biologické sorpce N nenastala deprese výnosu pěstovaných plodin. Pro doplnění N je doporučována dávka 0,6—1,4 kg N na 1 q slámy. U nás uvádí Ulmann (1969) dobré výsledky s hnojením slámou v horském výrobním typu na méně úrodných půdách při dávce 0,8 kg N na 1 q slámy. Deficit N je také možné krýt kombinací se zeleným hnojením, jak uvádí Křišťan (1968), popřípadě s hnojením statkovými hnojivy.

Zcela jednoznačné jsou názory na nutnost přihnojení N při obohacení půdy o organickou hmotu bohatou na celulózu. Co se týče formy N, převažují názory, že nejvhodnější je čpavková forma N vzhledem k tomu, že je více využívána mikroorganismy a také působí příznivěji na rozklad celulózy. Nitrátový dusík je méně vhodný pro mikroorganismy jako zdroj N a protože za určitých podmínek může být $\text{NO}_3\text{-N}$ denitrifikován, není tato forma N většinou doporučována (přehledně Verona 1972). Nejčastěji je používán síran amonný a dusíkaté vápno, ovšem tato hnojiva mají sestupnou tendenci výroby.

Cílem předloženého sdělení bylo posouzení obsahu minerálního dusíku v zeminách po hnojení běžnými průmyslovými hnojivy a po hnojení slámou, se zřetelem na použití močoviny.

MATERIÁL A METODY

Modelový laboratorní pokus byl uskutečněn podobně jak uvádějí Knop a Maštalíř (1966). Do misek z umělé hmoty bylo navažováno 100 g jemnozeme a živiny byly dodány v roztoku v těchto dávkách na 100 g zeminy:

30,0 mg N — ve formě NH_4NO_3 , $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ a $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ s 5 nebo 10 % obohacením ^{15}N
 13,2 mg P — ve formě K_2HPO_4
 33,0 mg K — ve formě K_2HPO_4

Pšeničná sláma, která byla přidávána v dávce 1 g na 100 g zeminy, vykazovala toto chemické složení: 50,37 % C, 0,58 % N, 0,06 % P, 1,37 % K, 0,21 % Ca a 0,10 % Mg.

Po promísení zeminy s živinami byla vlhkost zeminy upravena na 60 % maximální vodní kapacity a během celého období inkubace na této výši udržována. Inkubace probíhala ve tmě v termostatu u zemín 1 a 2 při 20 °C a u zemín 3 a 4 při 25 °C.

V časových intervalech byly ve výluhu zemín (60 min. extrakce 1 % roztokem síranu draselného na rotační třepače při poměru zeminy k extrakčnímu roztoku 1 : 5) stanoveny formy minerálního N.

Pro stanovení jednotlivých forem minerálního N bylo použito následujících metod:

$\text{NH}_4\text{-N}$ — destilace s MgO (Bremner a Keeney 1966). Destilace byla uskutečněna do destilované vody a potom bylo množství $\text{NH}_4\text{-N}$ stanoveno titrací s N/40 HCl na směsný indikátor (bromkresolová zeleň a metylčerveň). Po odpaření na vodní lázni byly vzorky analyzovány na obsah ^{15}N .

$\text{NO}_3\text{-N}$ (popřípadě s $\text{NO}_2\text{-N}$) — destilace s MgO a Dewardovou slitinou.

Stanovení ^{15}N bylo provedeno emisní spektrografií s použitím bromnanové metody. Vlastní měření byla uskutečněna na spektrografu Q 24 a později na přístroji NOI 4.

K pokusům bylo použito zemín s následující agrochemickou charakteristikou:

Zemina	1	2	3	4
Půdní druh	písč. hl.	hlinitá	písč. hl.	písč. hl.
pH/KCl	4,4	5,8	4,7	5,0
Potřeba vápnění				
q CaO/ha	30	5	15	10
% humusu	3,37	3,70	2,81	1,45
Hodnota S				
mval/100 g	2,40	12,50	3,90	2,00
Hodnota T				
mval/100 g	13,70	16,80	10,20	5,90
Obsah přijatelných živin v ppm				
N (Pázler)	26,6	96,3	28,7	12,3
P (Ačgner)	17,2	26,2	24,2	17,2
K (Schachtschabel)	119,5	435,7	199,2	62,2
Mg (Schachtschabel)	24,0	70,0	38,0	16,0

Pokusy byly založeny v těchto kombinacích:

Označení

bez N

LA

M

SA

Použitý zdroj N

O

NH_4NO_3

$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Pokusy byly založeny jednak se samotnou zeminou (A) a se zeminou obohacenou o 1 % pšeničné slámy (B).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky stanovení obsahu čpavkového a nitrátového N ($\text{NO}_2\text{-N}$ byl zjištěn jen u některých variant na počátku pokusů ve stopovém množství) ve sledovaných zemínách během jejich inkubace jsou uvedeny v tabulkách I–IV. Z údajů je patrné, že obsah

I. Změny obsahu minerálního N během inkubace zeminy 1, A = zemina, B = zemina + 1 % slámy. — Changes in mineral N content during incubation of soil 1, A = soil, B = soil + 1 % of straw

Hnojení N	Forma N	ppm N					
		inkubace dní					
		13		27		45	
		A	B	A	B	A	B
Bez N	NH_4	29,0	8,6	39,6	3,9	50,0	5,6
	NO_3	0	0	0	0	0	0
	Celk.	29,0	8,6	39,6	3,9	50,0	5,6
LA	NH_4	163,0	145,8	175,6	134,5	186,2	146,6
	NO_3	153,0	143,3	151,6	139,4	151,6	145,2
	Celk.	316,0	289,1	327,2	273,9	337,8	291,8
M	NH_4	283,4	238,0	299,5	240,9	306,2	246,8
	NO_3	0	0	0	0	0	0
	Celk.	283,4	238,0	299,5	240,9	306,2	246,8

II. Změny obsahu minerálního N během inkubace zeminy 2, A = zemina, B = zemina + 1 % slámy. — Changes in mineral N content during incubation of soil 2, A = soil, B = soil + 1 % of straw

Hnojení N	Forma N	ppm N					
		inkubace dní					
		10		25		38	
		A	B	A	B	A	B
Bez N	NH_4	116,2	101,6	122,8	92,4	132,0	76,6
	NO_3	67,2	80,6	75,2	70,0	79,2	64,6
	Celk.	183,4	182,2	198,0	162,4	211,2	141,2
LA	NH_4	252,2	240,2	250,8	215,2	265,4	211,2
	NO_3	204,6	216,6	202,0	207,2	232,2	219,2
	Celk.	456,8	456,8	452,8	422,4	497,6	430,4
M	NH_4	369,6	335,2	367,0	289,0	384,1	298,4
	NO_3	67,4	77,2	68,6	74,0	83,1	76,4
	Celk.	437,0	412,4	435,6	363,0	467,2	374,8

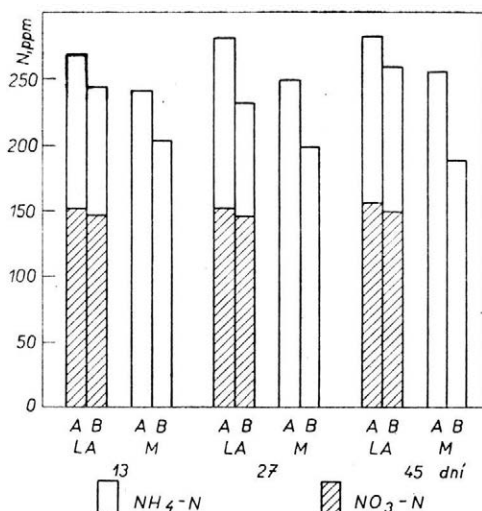
III. Změny obsahu minerálního N během inkubace zeminy 3, A = zemina, B = zemina + 1 % slámy. — Changes in mineral N content during incubation of soil 3, A = soil, B = soil + 1 % of straw

Hnojení N	Forma N	ppm N					
		inkubace dní					
		7		14		28	
		A	B	A	B	A	B
Bez N	NH ₄	22,4	3,5	21,0	4,9	10,5	7,0
	NO ₃	36,4	0	54,0	0,7	74,2	7,0
	Celk.	58,8	3,5	75,0	5,6	84,7	14,0
LA	NH ₄	160,3	92,4	139,5	56,0	95,2	14,0
	NO ₃	171,5	156,8	196,5	157,5	256,9	248,5
	Celk.	331,8	249,2	336,0	213,5	352,1	262,5
M	NH ₄	275,0	159,6	142,8	57,4	51,1	7,7
	NO ₃	47,0	44,8	196,0	130,9	296,7	217,0
	Celk.	322,0	204,4	338,8	188,3	347,8	224,7
SA	NH ₄	266,7	204,4	266,0	175,0	224,0	133,0
	NO ₃	26,6	22,4	32,9	32,2	107,8	111,3
	Celk.	293,3	226,8	298,9	207,2	331,8	244,3

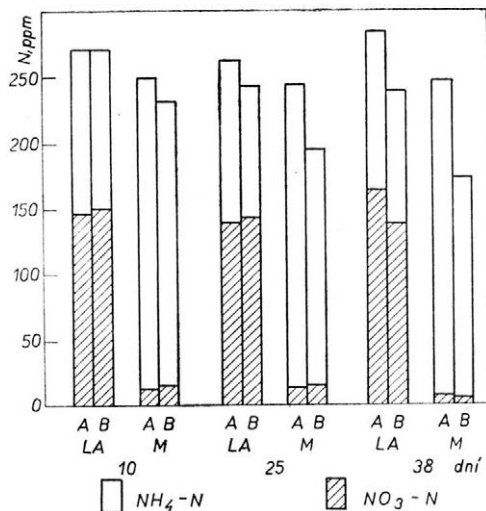
IV. Změny obsahu minerálního N během inkubace zeminy 4, A = zemina, B = zemina + 1 % slámy. — Changes in mineral N content during incubation of soil 4, A = soil, B = soil + 1 % of straw

Hnojení N	Forma N	ppm N					
		inkubace dní					
		7		14		28	
		A	B	A	B	A	B
Bez N	NH ₄	21,0	8,4	17,5	15,4	18,2	10,5
	NO ₃	16,1	2,4	28,0	2,8	41,3	3,7
	Celk.	37,1	10,8	45,5	18,2	59,5	14,2
LA	NH ₄	161,0	132,3	171,5	94,5	147,0	80,5
	NO ₃	156,8	133,7	172,2	135,8	181,3	168,7
	Celk.	317,8	266,0	343,7	230,3	328,3	249,2
M	NH ₄	294,3	196,0	266,0	119,0	143,5	63,0
	NO ₃	5,3	31,5	17,5	83,3	159,6	186,9
	Celk.	299,6	227,5	283,5	202,3	303,1	249,9
SA	NH ₄	325,0	269,0	308,7	238,0	293,3	226,0
	NO ₃	8,0	18,0	13,3	21,0	35,7	23,8
	Celk.	333,0	287,0	322,0	259,0	329,0	249,9

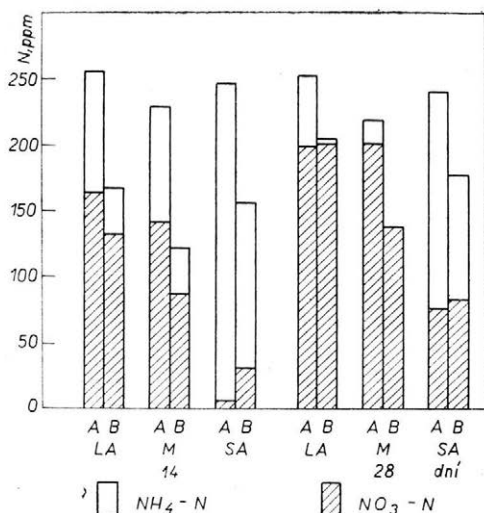
minerálního dusíku, který je uvolnitelný 1% roztokem síranu draselného, je v zemínách rozdílný podle použitého hnojiva a půdních vlastností. Nižší obsah minerálního N v zemínách 1 a 2 po hnojení močovinou oproti variantám s ledkem amonným je působen fixací amonného dusíku (Vaněk, Knop a Dolejšková 1973). V písčité půdě (zemina 4) je nižší obsah N po hnojení močovinou zřejmě působen ztrátami NH_3 , protože zemina vykazuje velmi nízkou sorpční kapacitu.



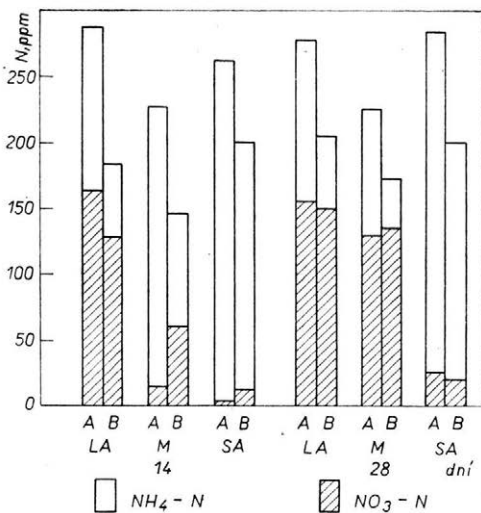
1. Obsah minerálního N z hnojiv (podle ^{15}N analys) v zemině 1, A = zemina, B = zemina + sláma. — Mineral N content from fertilizers (according to ^{15}N analysis) in soil 1



2. Obsah minerálního N z hnojiv (podle ^{15}N analys) v zemině 2, A = zemina, B = zemina + sláma. — Mineral N content from fertilizers (according to ^{15}N analysis) in soil 2



3. Obsah minerálního N z hnojiv (podle ^{15}N analys) v zemině 3, A = zemina, B = zemina + sláma. — Mineral N content from fertilizers (according to ^{15}N analysis) in soil 3



4. Obsah minerálního N z hnojiv (podle ^{15}N analys) v zemině 4, A = zemina, B = zemina + sláma. — Mineral N content from fertilizers (according to ^{15}N analysis) in soil 4

Přídavek slámy k zeminám působil velmi výraznou imobilizací půdního N i dusíku dodaného v hnojivech do půdy. U většiny půd dosáhla imobilizace N maxima po 14 dnech inkubace a později se již výrazně nezvyšovala, spíše naopak byla část N remineralizována. V přirozených půdních podmínkách, kde nejsou zajištěny plně optimální podmínky pro rozvoj mikroorganismů (teplota a vlhkost) a sláma není tak dokonale homogenizována, se dá předpokládat, že maximum imobilizace N bude později. Z grafů 1-4 je patrné, že mikroorganismy využívají přednostně $\text{NH}_4\text{-N}$, což konstatuje řada autorů (Broadbent a Tyler 1962, Maass 1968 aj.).

Porovnáním hodnot A a B v tabulkách I—IV získáme celkový úbytek minerálního N a v grafech 1—4 úbytek N dodaného v hnojivech do půdy (podle ^{15}N analýz), způsobený obohacením zemin o slámu, který na konci pokusů činil tato množství N v ppm:

Zemina č.	Hnojení				
	dusík	bez N	NH_4NO_3	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
1	celkový	44,4	46,0	59,4	—
	z hnojiv	—	48,4	66,4	—
2	celkový	70,0	67,0	92,4	—
	z hnojiv	—	45,3	71,9	—
3	celkový	70,7	89,5	123,2	87,5
	z hnojiv	—	42,6	79,7	64,0
4	celkový	45,3	79,1	53,2	79,1
	z hnojiv	—	74,1	51,9	84,0

Z uvedeného přehledu je patrné, že množství imobilizovaného N je značně závislé na půdních vlastnostech a použitém hnojivu. Ve většině půd bylo množství N spotřebované mikroorganismy vyšší po hnojení močovinou (v některých zeminách téměř o 50 % oproti variantám hnojeným ledkem amonným). Pouze v zemině 4 byl úbytek N po hnojení močovinou u varianty se slámou nižší, což je zřejmě způsobeno tím, že u samotné zeminy nastávají ztráty NH_3 . Dá se předpokládat (tabulka IV), že na lehkých půdách obohacení o slámu sníží ztráty N po hnojení močovinou. Vždyť po 28 dnech inkubace zeminy 4 se slámou byl obsah minerálního N stejný po hnojení ledkem amonným, močovinou i síranem amonným. Je pravděpodobné, že mikroorganismy na počátku pokusů biologickou sorpcí vážaly část $\text{NH}_4\text{-N}$ a tím se snížilo nebezpečí plyných ztrát NH_3 .

Celkové množství minerálního N spotřebované mikroorganismy odpovídá 0,46—0,89 kg N/1 q slámy při hnojení ledkem amonným, 0,59—1,23 kg N/1 q slámy při hnojení močovinou (kromě zeminy 4) a 0,79—0,87 kg N/1 q slámy při hnojení síranem amonným, což jsou dávky N běžně doporučované při zaorávce slámy.

Uvedené výsledky svědčí o tom, že močovina (po rozkladu na $\text{NH}_4\text{-N}$) poskytuje mikroorganismům vhodný zdroj dusíku. Jak uvádí Pokorná-Kozlová (1968), je pro celulolytickou mikroflóru nejvhodnější $\text{NH}_4\text{-N}$. Rovněž výsledky Tesařové (1972) aj. ukazují, že hnojiva s čpavkovým N jsou pro mikroorganismy rozkládající celulózu výhodnější, což se projevuje také jejich vyšší aktivitou. Záleží i na vlastnostech půd a jejich vlhkosti.

Při porovnání působení ledku amonného, močoviny a síranu amonného vidíme, že ve většině zemin byl nejvíce využíván dusík po hnojení močovinou. U síranu amonného,

i když poskytuje také amonnou formu N, bylo v zemině 3 jeho využití nižší. Dá se také předpokládat, že v podmínkách našich pokusů nenastávaly ztráty N denitrifikací po hnojení ledkem amonným.

Ze zkoušených 3 dusíkatých hnojiv je patrné, že močovina je výhodnější k vyrovnávání nevhodného poměru C : N v organické hmotě. Verona (1972) uvádí jako nejvýhodnější průmyslové hnojivo pro doplnění N při zaorávce slámy dusíkaté vápno. Je nepochybné, že močovina bude svou formou N působit podobně. Samozřejmě u dusíkatého vápna působí příznivě i některé „balastní látky“, které močovina postrádá, ale přesto ze současného sortimentu hnojiv je močovina k tomuto hnojení velmi vhodná.

Literatura

- BREMNER J. M., KEENEY D. R., 1966, Determination and isotope ratio analysis of different forms of nitrogen in soils. 3. Exchangeable ammonium, nitrate, and nitrite by extraction — distillation methods. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 30 : 577-582.
- BROADBENT F. E., TYLER K. B., 1962, Laboratory and Greenhouse Investigations of Nitrogen Immobilization. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 26 : 459-462.
- KNOP K., MAŠTALÍŘ L., 1966, Mineralizace dusíku močovinoformaldehydových hnojiv (ureaformů). I. a II. sdělení. Rostl. výroba, 12 : 123-138.
- KŘÍŠTAN F., 1968, Zaorávka slámy spolu se zeleným hnojením. Agrochemia, 8 : 153-155.
- MAASS G., 1968, Wirkung steigender Ammonium — und Nitratgaben auf das Aufkommen an Mineralstickstoff und CO₂ im Boden in Gegenwart unzer-setzer organischer Stoffe. Albrecht — Thaer — Archiv, 12 : 633-639.
- POKORNÁ-KOZOVÁ J., 1968, Využitelnost jednotlivých forem dusíku průmyslových hnojiv při rozkladu celulózy. Vědecké práce Ústředního výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze - Ruzyni, 13 : 19-24.
- TESAŘOVÁ M., 1972, Wirkung der Qualität des Stickstoffs auf die Zellulose-zersetzung bei verschiedener Bodenfeuchtigkeit. Zbl. Bakt. II., 126 : 409-419.
- ULMANN L., 1969, Vliv hnojení slámou na výnosy zemědělských plodin a agrotechnické vlastnosti půdy. Rostl. výroba, 15 : 335-343.
- VANĚK V., KNOP K., DOLEŠKOVÁ J., 1973, Fiksacija amonijskeho azota v počve posle udobrenija amniachnoj selitroj i močevinoj. Referát na III. československé půdoznalecké konferenci, 17.—19. září 1973, Nitra.
- VERONA O., 1972, Mikrobiologische Gesichtspunkte beim Einpflügen von Stroh in den Boden. Landw. Forsch., 24 : 139-151.

Došlo dne 2. 2. 1974

VANĚK V., KNOP K., VOSTAL J. (Vysoká škola zemědělská, Praha-Suchbátov). *Využitelnost dusíku průmyslových hnojiv po hnojení slámou*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 579-586, 1974.

V laboratorních podmínkách byl sledován vliv 1 % přídavku slámy na obsah minerálního N ve 4 půdách po hnojení ledkem amonným, močovinou a síranem amonným (v dávce 300 ppm N). Mikroorganismy využívají přednostně NH₄-N a ze zkoušených hnojiv byla nejvyšší imobilizace N po hnojení močovinou. Celková imobilizace minerálního N byla závislá na vlastnostech půd a použitých hnojivech a na konci pokusů činila v přepočtu na 1 q slámy toto množství N : 0,46—0,89 kg N u ledku amonného, 0,59—1,23 kg N u močoviny a 0,79—0,87 kg N u síranu amonného. Předpokládáme, že močovina poskytuje mikroorganismům vhodný zdroj N a proto je výhodnější k vyrovnávání nepříznivého poměru C : N při zaorávce slámy. Na lehké půdě se také společnou aplikací slámy a močoviny snížily ztráty N.

hnojení slámou; hnojení N; imobilizace minerálního N

ВАНЕК В., КНОП К., ВОСТАЛ Й. (Сельскохозяйственный институт, Прага). *Применимость азота минеральных удобрений после удобрения соломой*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 579-586, 1974.

В лабораторных условиях испытывалось влияние 1 0/0 добавки соломы на содержание минерального азота в 4 почвах после удобрения аммиачной селитрой, мочевиной и сульфатом аммония (в дозе 300 частей азота на 1 млн. частей почвы). Микроорганизмы, в первую очередь, используют $\text{NH}_4\text{-N}$; из испытываемых удобрений максимальная иммобилизация азота наблюдалась после удобрения мочевиной. Общая иммобилизация минерального азота зависела от свойств почв и внесенных удобрений, в конце опытов это количество в пересчете на 1 ц соломы составляло N : 0,46—0,89 кг азота у аммиачной селитры, 0,59—1,23 кг азота у мочевины и 0,79—0,87 кг азота у сульфата аммония. Мы предполагаем, что мочевина дает микроорганизмам пригодный источник азота и поэтому она более пригодна для выравнивания неблагоприятного соотношения C : N при запашивании соломы. На легкой почве также понизились потери азота в результате совместного внесения соломы и мочевины.

удобрение соломой; удобрение N; иммобилизация минерального азота

Adresa autorů:

Ing. Václav Vaněk, CSc., doc. ing. Karel Knop, CSc., ing. Josef Vostal, Vysoká škola zemědělská, Katedra agrochemie a výživy rostlin, 160 21 Praha - Suchbát

STUDIUM ZMĚN PŮDNÍCH FOSFÁTŮ PO APLIKACI FOSFOREČNANŮ VÁPENATÝCH VE VZTAHU K ROSTLINĚ

II. DYNAMIKA ZMĚN PŮDNÍCH FOSFÁTŮ V ORNIČNÍ ZEMINĚ ČERNOZEMĚ SMYTÉ

F. HAMAN

HAMAN F. (Agricultural University, Brno). *Investigation of the Changes of Soil Phosphates after Application of Calcium Phosphates in Relation to the Plant. II. Dynamics of the Changes of Soil Phosphates in the Washed-off Chernozem Earth*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 587-598, 1974.

The changes of different forms of soil phosphorus after application of $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ and CaHPO_4 were investigated in a pot experiment lasting two years with calcium-containing topsoil from degraded Chernozem. The sorption of phosphorus in the fractions of mineral phosphorus was being studied in several soil samplings by the abbreviated Chang-Jackson method. Organic phosphorus was determined according to Chejfec. Phosphorus sorption in the soil mineral phosphates proceeds in the following way: at the beginning after application phosphorus is sorbed mainly in the aluminum fraction. Later sorption of phosphorus on calcium is prevailing in this alkaline Chernozem topsoil rich in active forms of Ca. For this reason phosphorus fixation in the fraction of iron phosphates does not play an important role. However, after MCP application it is always higher. Phosphorus to the soil in a water-soluble form (MCP) is bound in the first place by chemical sorption in the mineral soil phosphates. Citrate-soluble phosphorus from DCP is, besides of chemical sorption, partly immobilized in organic links. In degraded alkaline Chernozem topsoil sorption of added phosphorus (from MCP and DCP) in mineral links proceeds relatively slowly. This is due mainly to a lower activity of Al ions and their compounds in the alkaline medium.

degraded Chernozem; phosphorus sorption; monocalcium phosphate; dicalcium phosphate

V intenzivních podmínkách hospodaření by byla normální, přirozená hladina labilního P (tzv. asimilovatelná zásoba), daná rovnováhou labilních a nelabilních forem fosforu v půdě, příliš nízká pro optimální růst pěstovaných rostlin. Stav využitelného fosforu musí být proto zvednut a toho se dá dosáhnout buďto dodáním dalšího fosforu do půdy, nebo redukcí celkové adsorpční kapacity půdy. Všeobecně se stále častěji jeví být nedostačujícím, dbá-li se pouze o kvantitu zásob fosforu v půdě; stejně důležitá je i jeho pohyblivost, tzn. jeho schopnost dostat se účinně a rychle ke kořenům, aby aplikované živiny byly efektivně využity.

Ve vápenatých půdách s neutrální až alkalickou reakcí (černozemě, šedozemě a některé hnědozemě), které obsahují výměnný vápník Ca^{2+} a Mg^{2+} nebo $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ v půdním roztoku, se fosfátové ionty zapravených vodorozpustných hnojiv srážejí chemickou sorpcí převážně ve formě málo rozpustných fosfátů vápenatých a hořečnatých (Klečkovský, Petěrburský 1964, Hemwall 1957, Hayek 1955). Přesná stavba látek touto vazbou utvořených není dosud zcela známa. Je však nepravděpodobné, že vznikají normální fosforečnan vápenatý — $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, neboť se v půdách v čistém stavu nikdy nenachází (Hemwall 1957, Deming 1944 l. c. Novozámský 1967).

V literatuře se však uvádí, že v oblastech vyšší koncentrace fosfátových iontů, to je např. v blízkosti vodorozpustných granulí fosforečných hnojiv, se vytváří (alespoň na přechodnou dobu) dikalciumfosfát — CaHPO_4 jako přímý produkt hydrolyzy monokalciumfosfátové formy (Pírk, Novozámský 1967). Ačkoliv se dikalciumfosfát rozpouští v čisté vodě velmi málo, v půdě může být fosfor z něho rostlinám přístupný, je-li jeho povrch dostatečně velký.

Za nejstabilnější formy vápenatých fosfátů v alkalických půdách považují různí autoři především oktokalciumfosfát — $\text{Ca}_8\text{H}(\text{PO}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (Lehr a Brown 1958, Moreno a kol. 1960) nebo hydroxylapatit — $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3 \cdot \text{OH}$ a karbonátapatit — $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6 \cdot \text{CO}_3$ (Birch 1959 l. c. Benko 1965). Tyto názory potvrzuje i rozpustnost různých fosforečnanů vápenatých, která vykazuje klesající tendenci v této řadě: dikalciumfosfát > oktokalciumfosfát > hydroxylapatit > fluorapatit.

Kromě přímého srážení fosfátového iontu vápníkem a jeho sloučeninami se v literatuře poukazuje i na poutání fosforu vápníkem, adsorbovaným na jílových minerálech. Pratt a Thorne (1948), (l. c. Hemwall 1957) zjistili, že vápníkem nasycený jíl vázal mnohem více fosforu než sodíkem saturovaný jíl. O něco později Klečkovský, Žerdětskaja (1951) a Ellis s Truogem (1955) prokázali, že i v tomto případě jde v podstatě o tvorbu sraženiny fosforečnanů na povrchu jílových minerálů a nikoliv existenci tzv. jílovito-Ca-fosfátového „můstku“. Dále je třeba uvést, že kyselina fosforečná tvoří v alkalických půdách s vápenatými humáty adsorpční soustavy, nazývané fosfohumosním komplexem (Libois 1966), které vykazují jistou stabilitu, ale představují také velmi mobilní formu fosforu, účinně přispívající k výživě rostlin.

Mimoto Chang a Jackson (1957) na základě stanovení produktů rozpustnosti naznačili, že v neutrálních půdách mohou se vytvářet za jistých podmínek také fosforečnany hlinité i železité.

V této práci jsou uváděny výsledky studia sorpce fosforu ve vápenaté zemině z různě rozpustných sloučenin — $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ a CaHPO_4 , získané na základě frakcionace minerálních půdních fosfátů podle metody Chang — Jacksona (1957) a stanovení celkového organického fosforu metodou Chejfecovou (1948). Toto druhé (II.) sdělení navazuje na sdělení první (I.) Haman (1970), ve kterém byly zhodnoceny výnosové výsledky v závislosti na přístupném fosforu v půdě a je tam uvedena i podrobná metodika sledovaného nádobového pokusu.

MATERIÁL A METODY

Polyfaktoriální nádobový pokus byl založen podle schématu: $3 \times 2 \times 2$ faktory. V pokusu byly zařazeny tři varianty fosforečného hnojení, které pro zjednodušení a lepší názornost jsou v grafech (případně i v textu) označovány takto:

- 0 — nehnojeno
- 1 — $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ — monokalciumfosfát (MCP)
- 2 — CaHPO_4 — dikalciumfosfát (DCP)

Tyto varianty hnojení byly aplikovány na orničních zeminách ze dvou půdních typů, avšak v tomto článku jsou prezentovány pouze výsledky, týkající se orniční zeminy černozemě smyté (A), jejíž agrochemická a půdoznalecká charakteristika je podrobně popsána v I. sdělení. Rovněž další faktor: oseto a neoseto, je v tomto sdělení zastoupen výsledky, získanými analýzou půdních vzorků pouze z nádob neosetých.

Pro zjištění změn v obsahu různých forem půdních fosfátů během dvou vegetačních období byly provedeny následující odběry vzorků pokusných zemín:

První rok:

x — před založením pokusu

I. — při první seči vojtěšky (71 dnů od aplikace hnojiv)

II. — při čtvrté seči vojtěšky (173 dnů od aplikace hnojiv)

Druhý rok:

III. — zjara, na počátku vegetace

IV. — na podzim, po skončení pokusu

Ve vzorcích pokusných zemín byla prováděna tato stanovení: půdní reakce (pH/H₂O a pH/KCl), přístupný fosfor podle Egnéra, frakcionace minerálních fosfátů podle Changa a Jacksona (první čtyři frakce: I. — labilní P, II. Al-P, III. Fe-P, IV. Ca-P) a stanovení celkového organického fosforu podle Chejfece.

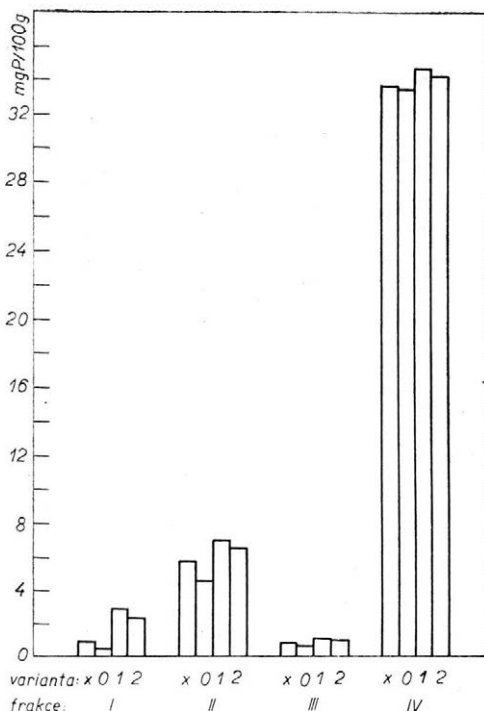
Ostatní metodické údaje jsou uvedeny v I. sdělení (H a m a n 1970).

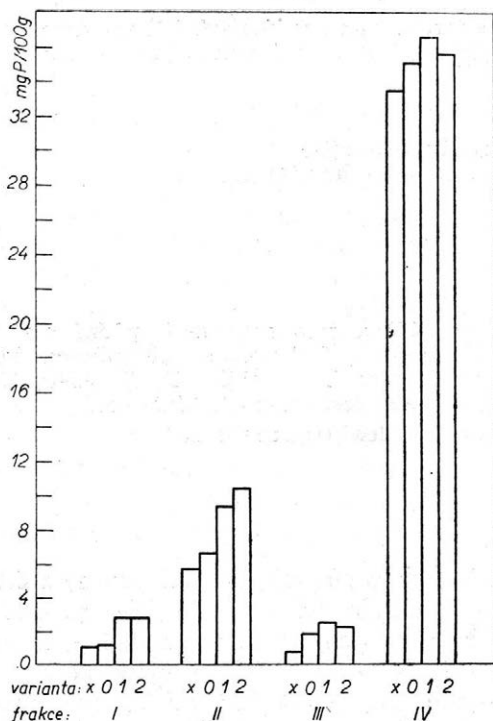
VÝSLEDKY

Frakcionace anorganických půdních fosfátů v původní orniční zemině z černozemě smyté (hodnoty x v grafech 1—4) ukázala vysoký podíl P ve vápenaté frakci a naopak velmi malý obsah fosfátů železitých. Je to pochopitelné, neboť jde o slabě alkalickou zeminu (graf 8) s vysokým obsahem výměnného Ca a CaCO₃. Obsah fosforu vázaného v organických kyselinách (graf 7) činil před založením pokusu 20,5 mg P/100 g, což představovalo více než 21 % podíl z veškerého P.

Po aplikaci fosforečnanů vápenatých (MCP a DCP), jak je dáno metodikou pokusu, nastaly v minerálních půdních fosfátech změny v důsledku chemických

1. Stav frakcí minerálního fosforu v černozemi smyté I. odběr — neoseto. — Fractions of mineral phosphorus in degraded Chernozem, 1st sampling — unseeded soil





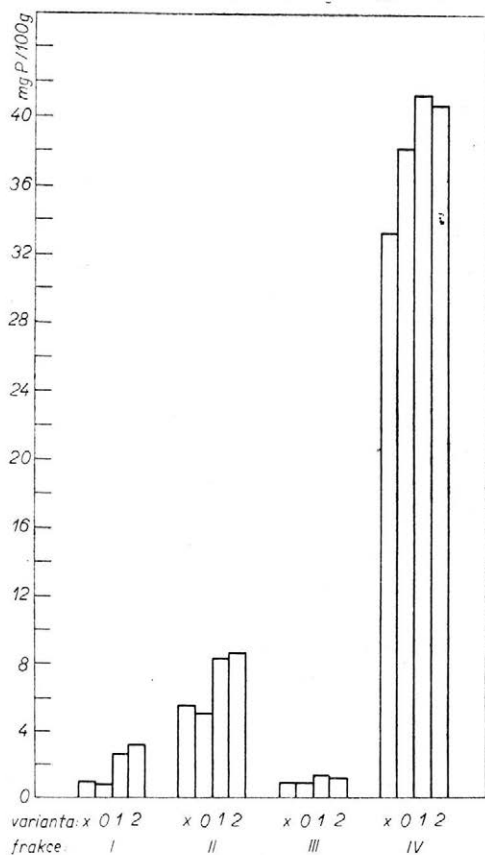
2. Stav frakcí minerálního fosforu v černozemi smyté II. odběr — neoseto. — Fractions of mineral phosphorus in degraded Chernozem, 2nd sampling — unseeded soil

reakcí dodaných fosforečných solí s některými komponenty půdy, především sloučeninami Al, Fe a Ca. Změny frakcí minerálního fosforu v jednotlivých odběrech vzorků orniční zeminy černozemě smyté jsou znázorněny sloupkovými grafy 1 až 4.

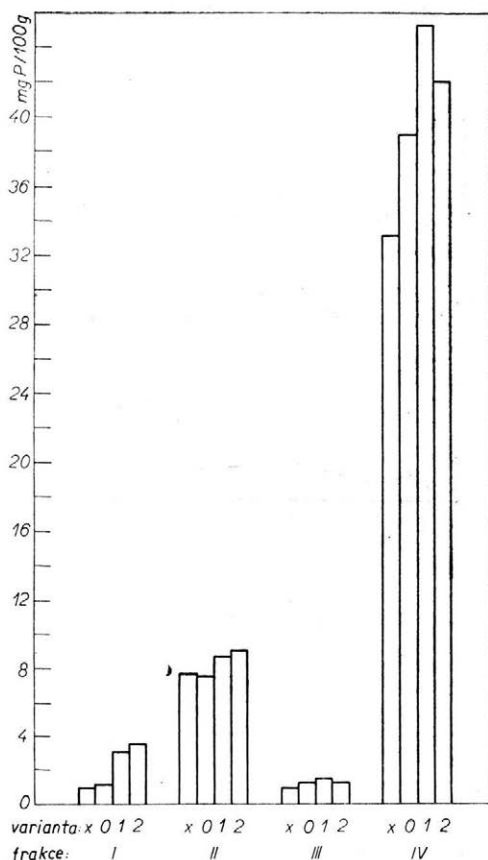
Podle hodnot frakcí minerálního fosforu na nehojené variantě (0) v I. odběru (graf 1) je vidět, že v neosetě zemině došlo ke snížení obsahu minerálních fosfátů proti původnímu stavu, především u prvních tří frakcí. Obsah vápenatých fosfátů se nezměnil. Alespoň částečně vysvětlení tohoto poklesu některých frakcí minerálních půdních fosfátů můžeme najít v grafu 7, kde je vidět, že právě v tomto prvním (jarním) období probíhala immobilizace minerálního P v organických vazbách, v důsledku intenzivního rozvoje mikrobiální činnosti. Na variantách 1 a 2 samozřejmě žádné ztráty minerálního P v důsledku immobilizační činnosti mikroorganismů nejsou patrné, poněvadž byly kryty fosforem dodaným v MCP a DCP.

V této první fázi vegetačního období byly fosforečným hnojením relativně nejvíce zvýšeny první dvě frakce minerálního fosforu, tj. labilní, lehce rozpustné fosfáty a fosfáty hlinité. V tomto směru ve všech frakcích lépe působil v černozemní půdě MCP než DCP.

V druhém odběru, na konci prvního pokusného roku, bylo rozložení frakcí minerálního fosforu v neosetě zemině černozemě smyté (graf 2) proti I. odběru značně odlišné. Celkově došlo k podstatnému zvýšení všech minerálních fosfátů. Hladina minerálního fosforu se zvýšila i na nehojené variantě, kde ve všech frakcích dosáhla hodnot vyšších než před založením pokusu. Zdůvodnění tohoto jevu můžeme opět najít ve změnách obsahu půdního organického P (graf 7), neboť ve zbývajících částech prvního vegetačního období (I. až II. odběr) musela probíhat naopak mineralizace extraktivního organického P, jelikož se jeho hladina na všech variantách značně snížila.



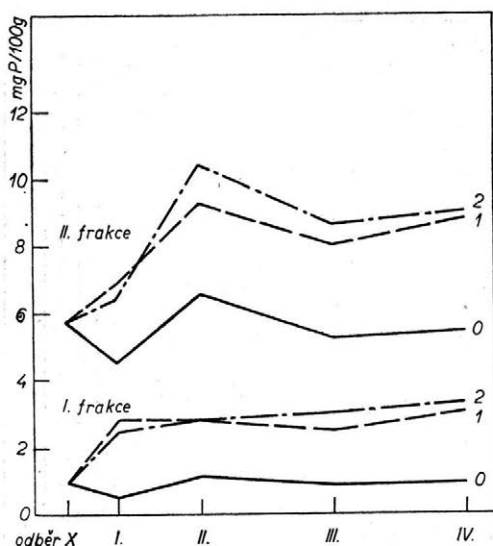
3. Stav frakcí minerálního fosforu v černozemi smyté III. odběr — neose-to. — Fractions of mineral phosphorus in degraded Chernozem, 3rd sampling — unseeded soil



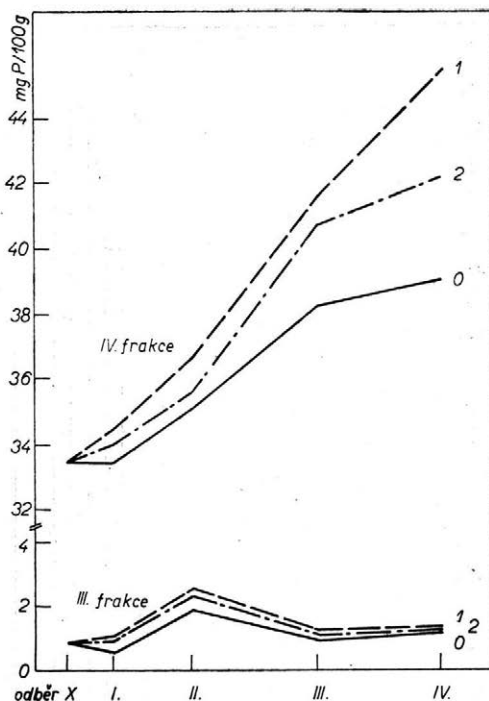
4. Stav frakcí minerálního fosforu v černozemi smyté IV. odběr — neose-to. — Fractions of mineral phosphorus in degraded Chernozem, 4th sampling — unseeded soil

V důsledku fosforečného hnojení byly i v tomto odběru v neoseté zemině nejvíce ovlivněny první dvě frakce. V tomto období však již MCP nepůsobil jednoznačně intenzivněji na zvýšení obsahu fosforu všech frakcí než DCP. Pouze ve III. frakci Fe-P a IV. frakci Ca-P byl jeho účinek vyšší než DCP. V I. a zvláště v II. frakci je tomu naopak.

Na grafu 3, znázorňujícím hladinu minerálních fosfátů v třetím odběru neoseté zeminy černozemě smyté, tj. brzy zjara následujícího roku, můžeme opět pozorovat pokles hladiny P některých frakcí na nehnojené variantě. Je to především zřejmé u lehce rozpustných fosfátů (I.) a hlinitých fosfátů (II.), jejichž hladina poklesla pod stav před založením pokusu, ale též u Fe-fosfátů (III.), zatímco u vápenatých fosfátů (IV.) došlo k podstatnému zvýšení. Podobný proces proběhl i na variantách 1 a 2, hnojených fosforem. V zimním období, tedy v období, kdy byly nádoby se zeminou uchovávány v chladném skleníku, dochází v černozemní vápenaté půdě k chemickým reakcím, při kterých labilní část minerálního fosforu, vázaná do té doby v hlinitých, železitých a i jiných fosfátech, přechází do vazeb s vápníkem. Příčina tohoto přesunu části minerálního



5. Časový průběh změn I. a II. frakce minerálního fosforu v černozemi smyté během dvou let pokusu — neoseto. — Time course of changes of the 1st and 2nd fraction of mineral phosphorus in degraded Chernozem during the experiment lasting two years — unseeded soil



6. Časový průběh změn III. a IV. frakce minerálního fosforu v černozemi smyté během dvou let pokusu — neoseto. — Time course of changes of the 3rd and 4th fraction of mineral phosphorus in degraded Chernozem during the experiment lasting two years — unseeded soil

fosforu tkví patrně ve výrazné změně koncentrace vodíkových iontů v půdě (pH) během zimního období (viz graf 8), která byla příznivá pro tvorbu fosfátů vápenatých a naopak podmiňovala nestabilitu fosfátů Fe a Al. Část minerálního P byla též immobilizována v organických formách, zvláště na variantě 2 (viz graf 7). Na variantách 1 a 2, kde byla aplikována fosforečná hnojiva, se udržela ve všech frakcích minerálního P vyšší hladina fosforu oproti variantě nehojené (0). Stejně jako v II. odběru, je i zde vidět rozdílné působení MCP a DCP v jednotlivých frakcích. Rozdíly jsou však již celkem nepatrné.

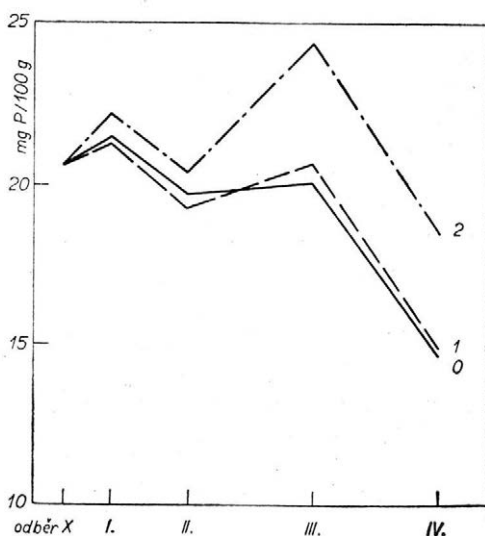
Stav frakcí minerálního fosforu v černozemi smyté na konci druhého roku pokusu — IV. odběr, je znázorněn na grafu 4. V neosetě zemině došlo během druhého vegetačního období ke zvýšení obsahu minerálních fosfátů téměř na všech pokusných variantách. U prvních tří frakcí je zvýšení jen nepatrné, ale u Ca-fosfátů (IV.) je však dosti významné. Toto zajisté opět souvisí s mineralizací organického P, která byla v druhém vegetačním období obzvláště intenzivní (graf 7). Na nehojené variantě hladina prvních tří frakcí dosáhla přibližně úrovně, kterou měly před založením pokusu. U vápenatých fosfátů však bylo během dvou let trvání pokusu zaznamenáno podstatné zvýšení jejich hladiny, které muselo jít na úkor organického P. Na var. 1 a 2 sorpci P na vápník zvyšovala samozřejmě i dodaná hnojiva, takže na konci pokusu frakce Ca-fosfátů dosáhla podstatného zvýšení proti původnímu stavu. Nejmenší reakci na dodaný P v absolutních hod-

notách (mg/100 g) projevily v této černozemní půdě fosfáty železité. Vliv formy dodaného P (MCP a DCP) na jednotlivé frakce minerálního fosforu je i zde stejný jako v II. a III. odběru, avšak u prvních tří frakcí je již téměř bezvýznamný.

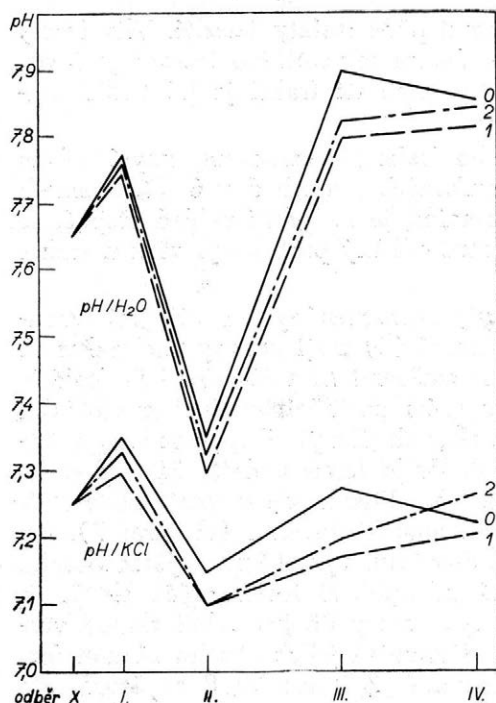
Časový průběh změn frakcí minerálního fosforu v černozemi smyté během dvou let trvání pokusu je zachycen na přímkových grafech 5 a 6. Sledujeme-li průběh změn prvních tří frakcí v neoseté zemině, je na první pohled zřejmé, že měly celkem souhlasný trend vývoje. Podstatně odlišný průběh byl však u frakce fosfátů vápenatých.

Lehce rozpustné fosfáty (I. frakce) byly poznamenány jen mírnými sezónními změnami, ale zvláště na nehnojené variantě (0) mají výkyvy této frakce ve všech fázích pokusu téměř souhlasný trend se změnami Al a částečně i Fe-fosfátů. Po počátečním poklesu v I. odběru, způsobeném patrně intenzivní mikrobiální činností v jarním období, která immobilizovala, jak již bylo dříve uvedeno, značnou část pohyblivých forem minerálního P, došlo hned v další části prvního vegetačního období k jejich zvýšení snad z toho důvodu, že v tomto období již v půdě převládaly procesy mineralizační nad immobilizačními (viz graf 7). Na hnojených variantách (1, 2) došlo k jednorázovému, výraznému zvýšení obsahu těchto lehce rozpustných fosfátů v období po aplikaci fosforečných sloučenin (I. odběr), ale v dalších údobích pokusu vykazovaly již jen velmi slabou vzestupnou tendenci, bez podstatných výkyvů. Ovlivnění jejich obsahu různou formou fosforečných sloučenin bylo časově rozdílné. Zatímco MCP zvyšoval tuto frakci výrazněji v prvním vegetačním období, DCP tak činil v druhém roce pokusu, což je opět naprosto shodné s vývojem Al-fosfátů na variantě 1 a 2.

Hlinité fosfáty (II. frakce) po počátečním hlubokém poklesu (I. odběr) na nehnojené variantě (0), způsobeném bouřlivým rozvojem mikroorganismů, jak již bylo upozorněno, doznaly podstatného zvýšení ještě během zbývajících částí prvního vegetačního období. Na variantách 1 a 2 dodaný fosfor reagoval i v této alkalické, na vápník velmi bohaté zemině poměrně rychle s hliníkem, dokonce značně rychleji než s Ca (graf 6). Během zimního období (II. až III. odběr) došlo k podstatnému snížení hladiny Al-fosfátů na všech variantách, o němž bylo disku-



7. Časový průběh změn organického fosforu v černozemi smyté během dvou let pokusu — neoseto. — Time course of changes of organic phosphorus in degraded Chernozem during the experiment lasting two years — unseeded soil



8. Průběh změn půdní reakce (pH) v černozemi smyté během dvou let pokusu — neoseto. — Course of changes of the soil reaction (pH) in degraded Chernozem during the experiment lasting two years — unseeded soil

továno již dříve. V druhém roce pokusu se však již tato frakce v důsledku fosforečného hnojení prakticky nezvyšovala.

Celkový trend průběhu změn železitých fosfátů (III. frakce, graf 6) během trvání celého pokusu je značně podobný předcházející frakci Al-P. Jejich ovlivnění aplikovanými fosforečnými sloučeninami je však v této alkalické černozemní půdě minimální. MCP zvyšoval tuto frakci nepatrně více než DCP, což souvisí jistě s jeho kyslejší reakcí, která napomáhá tvorbě Fe-fosfátů.

K nejvýraznějším změnám došlo během dvou let pokusu ve frakci vápenatých fosfátů (IV. frakce), které se na jednotlivých variantách zvýšily proti původnímu stavu cca o 6 až 12 mg P/100 g zeminy. Růst Ca-fosfátů byl zaznamenán ve všech fázích pokusu. S dobou trvání pokusu se rozpětí mezi hladinou Ca-fosfátů na nehnojené variantě a hladinami variant hnojených fosforem (zvláště po aplikaci MCP) neustále zvětšovalo až do skončení pokusu. Během celého pokusu vykazovala nejvyšší hladinu Ca-fosfátů varianta 1 — MCP, která dosáhla ve IV. odběru zvýšení o 6,5 mg P/100 g proti variantě 0, kdežto na variantě 2 — DCP, byly na konci pokusu Ca-fosfáty zvýšeny jen o 3,2 mg P/100 g, tedy asi o polovinu a přibližně stejně jako fosfáty hlinité. Na druhé straně byla ale zaznamenána vyšší immobilizace P z DCP v organických vazbách (viz graf 7).

Vzhledem k odlišným vlastnostem těchto fosforečných hnojiv (rozpuštěnost, pH) projevila se i rozdílná rychlost průběhu chemické sorpce P v minerálních vazbách po aplikaci MCP a DCP (tabulka I). Z MCP bylo v I. odběru (po 71 dnech) vázáno ve čtyřech frakcích minerálního fosforu asi 60 % dodaného P, z DCP to bylo jen 46,5 %. K určitému vyrovnání došlo až v II. odběru, kdy z obou hnojiv bylo poutáno v minerálních fosfátech přes 60 % dodaného fosforu.

I. Průběh sorpce dodaného P ve čtyřech frakcích minerálních půdních fosfátů podle jednotlivých odběrů vzorků pokusné zeminy. — Course of sorption of administered P in four fractions of mineral soil phosphates according to the single collections of samples of the experimental soil

Varianta		Dodaný P v mg na 100 g	Množství poutaného fosforu v							
č.	hno- jivo		I. odběru		II. odběru		III. odběru		IV. odběru	
			mgP/100 g	v %	mgP/100 g	v %	mgP/100 g	v %	mgP/100 g	v %
1	MCP	10,56	6,35	60,13	6,75	63,92	7,76	73,48	12,20	115,42
2	DCP	10,56	4,91	46,50	6,36	60,23	8,09	76,61	9,40	89,02

DISKUSE

Na základě experimentálních výsledků, získaných metodou frakcionace anorganických půdních fosfátů (Chang, Jackson 1957), s vědomím jejich omezených možností, lze zevšeobecnit některé poznatky o dynamice změn půdních fosfátů ve vápenaté orniční zemině černozemě smyté, po zapravení fosforu ve formě $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ a CaHPO_4 .

V první fázi reakcí fosforečných hnojiv s touto půdou (asi 70 dnů) dochází především ke zvýšení obsahu P v prvních dvou frakcích, tj. labilní, rozpustné v 1n NH_4Cl a hlinité, rozpustné v 0,5n NH_4F . Svědčí to o důležitosti chemické sorpce a především o vysoké sorpční schopnosti a reaktivnosti hliníku ve vztahu k dodanému P do půdy, zvláště je-li ve vodorozpustné formě, na což velmi důrazně upozorňuje Hemwall (1957) a celá řada jiných autorů. Potvrzuje to do určité míry i předpoklad Changa a Jacksona (1957) s tím omezením, že sorpce P na železo je v této slabě alkalické zemině již celkem minimální.

S postupem času dochází však v této zemině k přesunům určité části P, a to jak z některých minerálních, tak i organických vazeb a jeho vzrůstající sorpci na Ca. O tom se přesvědčíme při celkovém posouzení průběhu všech frakcí minerálního fosforu, při kterém je vidět nápadně rozdílný časový vývoj Ca-P frakce ve srovnání s vývojem Fe-P a částečně i Al-P frakce. Nejvyšší přírůstek Ca-fosfátů byl zaznamenán v zimním období (II. až III. odběr), tedy v období, kdy ostatní frakce minerálního P svou hladinu snížily. Na nehojené variantě byly hladiny I., II. a III. frakce minerálního P po ukončení pokusu skoro na stejné úrovni jako před založením pokusu, ale hladina Ca-fosfátů byla v tomto období značně zvýšena oproti původnímu stavu. Vzárust vápenatých fosfátů mohl zde být kryt především z mineralizovaného organického fosforu, což potvrdilo výsledky stanovení celkového organického P. Již toto podporuje základní aspekty dynamiky fosforu ve fosforečném cyklu v půdě a možné přesuny P z minerálních vazeb do organických a naopak, které schématicky vyjádřil Gachon (1968). Procesy dynamiky přeměn půdního fosforu jsou však značně složitější, a tak část mineralizovaného organického P může být nejprve fixována v některé jiné frakci minerálního P a po určité době teprve přechází do nových, pevnějších vazeb s Ca, které jsou pro tuto alkalickou půdu daleko přirozenější. Stejně tak tomu může být i s fosforem aplikovaných fosforečných hnojiv.

Z hlediska přeměn fosforu v této zemině je též zajímavé, že v časném jarním období převládala biologická sorpce určitého množství anorganického P (především z prvních tří frakcí) v organických sloučeninách. V tomto období tedy mikrobiální činnost v půdě do určité míry konkuruje rostlinám v příjmu této živiny. V druhé části obou vegetačních období probíhala naopak mineralizace určité části organicky vázaného P, který pak byl sorbován ve vápenaté frakci, ale mohl by být využíván i rostlinami.

Zdůvodnění těchto sezónních změn během dvou vegetačních období musíme hledat ve změnách jiných půdních faktorů, to je v první řadě změně teploty a pH půdy (graf 8) a s nimi související mikrobiální činnosti, poněvadž ostatní podmínky se v pokuse celkem neměnily. Změna teploty ovlivňuje v půdě nejen biologické procesy, ale může ovlivnit i chemické reakce. Proto někteří autoři uvádějí teplotu jako jeden z možných faktorů, ovlivňujících hladinu přijatelného fosforu v půdě (Thompson 1957, Novozámský, Pírk 1968). Rozhodujícím a prokazatelným faktorem, ovlivňujícím směr chemické sorpce P v anorganických půdních fosfátech, je však bezesporu půdní reakce (pH).

Pokud jde o vliv obou použitých forem fosforečných sloučenin — monokalciumfosfátu a dikalciumfosfátu — na sorpci P v minerálních a organických fosfátech, je třeba říci, že byl dosti rozdílný. Při tvorbě Al-fosfátů jakožto jednoho z hlavních reakčních produktů dodaného P s půdou (Pírk a kol. 1965, Pírk, Novozámský 1967) projevoval se MCP aktivněji v rané fázi prvního vegetačního období, kdežto DCP zvyšoval tuto frakci v pozdějších obdobích pokusu. V průběhu celého pokusu bylo v minerálních fosfátech, zvláště Ca-frakci, z DCP poutáno mnohem méně P než z MCP, ale zato více fosforu z něho bylo immobilizováno v organických vazbách. Není zde možno ale rozlišit, zda jde o adsorpci P ve formě fosfo-humózního komplexu (Libois 1966), nebo biologickou sorpci fosforu půdními mikroorganismy.

Reakční rychlost sorpce P z použitých hnojiv s minerálními sorbenty byla v této pokusné zemině dosti nízká, což souhlasí s údaji Pavla (1959), že adsorpční maximum pro fosfor, měřené z Langmuirovy izotermy, je u kyselých půd více než dvojnásobné ve srovnání s alkalickými půdami.

Literatura

- BENKO V., 1965, Vplyv rôzného času a stupňa nasýtenia na formu pútania fosforu hnedozemnou a podzolovanou pôdou. Sborník VŠP Nitra, XII:161-169.
- ELLIS R. Yr., TRUOG F., 1955, Soil Sci. Soc. Am. Proc., 19:451-454.
- GACHON L., 1968, Le phosphore. Bulletin Technique d'Information — La Fertilisation, 231:579-586.
- HAMAN F., 1970, Studium změn půdních fosfátů po aplikaci fosforečnanů vápenatých ve vztahu k rostlině. I. Výnosové výsledky a jejich závislost na „přístupném“ fosforu v půdě. Rostlinná výroba 16, č. 5:537-550.
- HAYEK E., 1955, Der Einfluß von Oberflächenreaktionen auf die Bildung natürlicher und synthetischer Calciumphosphate. Z. Naturforsch., 10b:420-421.
- HEMWALL J. B., 1957, The Fixation of Phosphorus by Soils. Advances in Agronomy, New York, v. IX:95-112.
- CHANG S. C., JACKSON M. L., 1957, Fractionation of soil Phosphorus. Soil Sci., 84:133-144.
- CHEJFEC D. M., 1948, Metodika opredelenija i sodržanija minerálnych i organičeskych sojedinenij fosfora v někotorych počvach SSSR. Počvovedenje, 2:110-112.
- KLEČKOVSKÝ V. M., PETĚRBURSKÝ A. V., 1964, Agrochimia, Izd. „Kolos“, Moskva.

- KLEČKOVSKÝ V. M., ŽERDĚTSKAJA G. N., 1951, Dan SSSR, 79 : 843-846.
- LEHR J. R., BROWN W. E., 1958, Calcium phosphate fertilizers. II. A petrographic study of their alternation in soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 22 : 29-32.
- LIBOIS A., 1966, Le phosphore. Revue agricole de France, 52 : 56-55.
- MORENO E. C. a kol., 1960, Solubility of Dicalcium Phosphate Dihydrate in Aqueous Solutions and Solubility of Octocalcium Phosphate. Soil Sci. Soc. Amer., Proc., 24, 2 : 99-102.
- NOVOZÁMSKÝ I., 1967, Formy vazeb kyseliny fosforečné v půdě z hlediska přístupnosti rostlinám. Kandidátská práce, ÚVÚRV Praha - Ruzyně.
- NOVOZÁMSKÝ I., PIRKL J., 1968, Formy vazeb fosforu v půdě a možnosti jejich využití rostlinám. Dílčí závěrečná zpráva, ÚVÚRV Praha.
- PIRKL J. a kol., 1965, Aluminiumfosfát jako zdroj fosforu pro rostliny. Rostlinná výroba 9 : 937-944.
- PIRKL J., NOVOZÁMSKÝ I., 1967, Reakce fosforečných hnojiv s půdou. Rostlinná výroba 13 : 225-240.
- PAVEL L., 1959, Adsorpce a fixace fosforečnanových aniontů vysokodispersními půdními součástmi a úloha chelátové aktivních látek v procesu jejich desorpce. Sborník VŠZ v Praze.
- THOMPSON L. M., 1957, Soils and Soil Fertility. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, Toronto, London.

Došlo dne 18. 1. 1974

HAMAN F. (Vysoká škola zemědělská, Brno). *Studium změn půdních fosfátů po aplikaci fosforečnanů vápenatých ve vztahu k rostlině. II. Dynamika změn půdních fosfátů v orniční zemině černozemě smyté*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (3) : 587-598, 1974.

V průběhu dvouletého nádobového pokusu s vápenatou orniční zeminou z černozemě smyté bylo sledováno ovlivnění různých forem půdního fosforu po aplikaci $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ a CaHPO_4 . Sorpce fosforu ve frakcích minerálního fosforu byla zkoumána v několika odběrech půdních vzorků zkrácenou Chang-Jacksonovou metodou a organický fosfor byl stanovován metodou podle Chejfece. Sorpce fosforu v půdních minerálních fosfátech probíhá tak, že z počátku, po aplikaci, je fosfor sorbován především v hlinité frakci. Během dalšího časového údobí v této alkalické černozemní ornici, bohaté na aktivní formy Ca, převládá sorpce fosforu na vápník. Právě z tohoto důvodu nehraje zde fixace fosforu ve frakci železitých fosfátů významnou roli. Je ale vždy vyšší po aplikaci MCP. Fosfor dodaný do půdy ve vodorozpustné formě (MCP) je poután především chemickou sorpcí v minerálních půdních fosfátech. Citrátově rozpustný fosfor z DCP, kromě chemické sorpce, je též částečně immobilizován v organických vazbách. V alkalické orniční zemině černozemě smyté probíhá sorpce dodaného fosforu (z MCP i DCP) v minerálních vazbách poměrně pomalu. Je to způsobeno především nižší aktivitou Al-iontů a jejich sloučenin v alkalickém prostředí.

černozem smytá; sorpce fosforu; monokalciumfosfát; dikalciumfosfát

ГАМАН Ф. (Сельскохозяйственный институт, Брно). Изучение изменений почвенных фосфатов после внесения фосфата кальция по отношению к растению. II. Динамика изменения почвенных фосфатов в пахотном грунте смытого чернозема. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 587-598, 1974.

В течение 2-летнего опыта, проведенного в сосудах с известковым пахотным грунтом из смытого чернозема, изучалось действие разных форм почвенного фосфора после внесения $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ и CaHPO_4 . Сорбция фосфора во фракциях минерального фосфора изучалась в нескольких взятиях почвенных образцов путем сокращенного метода Чанг-Джексона, органический фосфор определялся по методу Хейфеце. Сорбция фосфора в почвенных минеральных фосфатах протекает так, что вначале после применения, прежде всего, фосфор сорбируется в алюминиевой фракции. Позже в этом щелочном черноземном пахотном слое, богатом активными формами Са, преобладает сорбция фосфора в кальций. Именно по этому соображению в данном случае фиксация фосфора во фракции железистых фосфатов не имеет важного значения, однако, она всегда выше после применения МСР. Внесенный в почву фосфор в водорастворимой форме (МСР) связывается прежде всего с химической сорбцией в минеральных почвенных фосфатах. Цитратно растворимый фосфор из ДСР, помимо химической сорбции, также частично иммобилизован в органических связях. В щелочном пахотном грунте смытого чернозема протекает сорбция внесенного фосфора (из МСР и ДСР) в минеральных связях сравнительно медленно. Это вызвано прежде всего пониженной активностью AL -ионов и их соединений в щелочной среде.

смытый чернозем; сорбция фосфора; монокальцийфосфат, дикальцийфосфат

Adresa autora:

Ing. František Haman, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 662 65 Brno

SCHOPNOST NĚKTERÝCH METOD AGROCHEMICKÉHO ZKOUŠENÍ PŮD EXTRAHOVAT FOSFOR Z RŮZNÝCH FOSFOREČNÝCH SLOUČENIN

J. PIRKL

PIRKL J. (Research Institutes of Plant Production, Praha - Ruzyně). *Ability of Some Methods of Agrochemical Soil Testing to Extract Phosphorus from Different Phosphorus Compounds*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 599-603, 1974.

The ability of the eluants applied in the methods of Egner, CAL, Olsen and Al to release phosphorus from superphosphate, dicalcium phosphate, hydroxyapatite, ground Gafsa phosphate, aluminium phosphate and iron phosphate either directly or from their reaction products with the soil was determined in field trials, as well as in model experiments. The eluant used in Egner's method extracts conspicuous amounts of phosphorus from apatite forms which does not correspond to the availability of this phosphorus for plants. The eluant of the AL method is still more aggressive for apatite forms of calcium phosphates and also dissolves relatively large amounts of aluminium phosphates. The eluant of the CAL method is suitable, as it dissolves apatite only slightly and aluminium phosphates in appropriate amounts. The eluant proposed by Olsen has the lowest capacity of dissolving apatite out of all investigated methods, however, aluminium phosphates are also released to a very low degree only. Addition of NH_4F at a concentration of 0,03M increased solubility of AlPO_4 only slightly.

methods of agrochemical soil testing; phosphorus; solubility; fertilizers; phosphorus compounds

Pozorování posledních let ukazují, že Ěgnerova metoda a od ní i později odvozená DL metoda nestačí držet krok se změnami požadavky a nejsou schopny dostatečně přesně určit množství tzv. rostlinám přístupné zásoby fosforu. Tento stav je snad způsoben vyšší hladinou fosforu v půdě, takže otázky, které má metoda pro zkoušení půd zodpovědět nyní, jsou jiné než v době zavedení této metody, na druhé straně je nutno vzít v úvahu také tu skutečnost, že se používá různých fosfátových forem ke hnojení, které mají velmi rozdílné vlastnosti a různé vazební podmínky v půdě.

V této souvislosti je nutno jmenovat především přírůstek apatitických fosfátů jak přímo po příslušném hnojení, tak i novotvořením při obohacování půdy fosfáty. Tyto apatity podle předběžných výsledků našich autorů (Haman 1971, Pírk a kol. 1970, Pírk 1970) i autorů zahraničních (Amberger a kol. 1971, Munk a Bärmann 1971, Werner a Wiechmann 1971) stanoví Ěgnerova, event. DL metoda ve značné míře. Jejich přístupnost rostlinám je však velmi nejistá. Rovněž se zdá, že i na některých kyselých půdách dává tato metoda nižší výsledky než odpovídá dosahovaným výnosům (Haman 1971, Pírk 1970).

Snažili jsme se proto v našich pokusech potvrdit tuto domněnku a najít jinou metodu, která by poskytovala uspokojivější výsledky. Zvolili jsme proto vedle Ěgnerovy metody, která se u nás používá v půdním zkušebnictví již řadu let, ještě další tři metody, které jsou modernější a mají být vhodné pro vápenaté

půdy a neměly by tedy extrahovat apatitické formy fosfátů vápenatých. Je to metoda CAL (Schüller 1969), AL (Riehm 1958) a Olsenova (1954). Protože jsme zjistili (Pirkel a kol. 1965), že na mírně kyselých půdách je zdrojem fosforu pro rostliny i fosfor vázaný na hliník, který je možno extrahovat roztokem fluoridu amonného, přidali jsme ještě k extrakčnímu roztoku metody Olsenovy fluorid amonný, takže výsledný roztok byl pro NH_4F 0,03 M. Tyto metody v plném rozsahu byly použity jen v modelovém pokusu, kde byl extrahován fosfor přímo z uvedených solí. Vzorky půd z polního pokusu v Ruzyni a v Březnici, hnojeného různými druhy fosforečných hnojiv v dávce 87 kg P/ha, jsme analyzovali jen metodou Ěgnerovou, CAL a Olsenovou.

ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

V tabulce I jsou shrnuty dvouleté analytické výsledky tří metod používaných v půdním zkušebnictví (Ěgner, CAL, Olsen), získané na degradované černozemi v Ruzyni a hnědé půdě v Březnici z kombinací polního pokusu nehnojené a hnojené dikalciumfosfátem, hydroxylapatitem, superfosfátem a Gafsa fosfátem. Z výsledků je patrné, že hodnoty poskytované metodou Ěgnerovou neodpovídají vodorozpustnosti, event. přístupnosti fosforu u jednotlivých typů fosforečných hnojiv a že hlavně hydroxylapatit je na obou půdách kromě Ruzyně 1972 silně nadhodnocen. Metody CAL a Olsenova přesněji reagují na přístupnost fosforu z jednotlivých hnojiv i na jejich reakce s půdou. Je pravděpodobné, že i na kyselé půdě v Březnici (pH_{KCl} 5,6), kde je možné, aby mletý fosfát Gafsa reagoval s půdou a uvolňoval fosfor pro rostliny, je dosažená hodnota Ěgnerovy metody na této kombinaci proti kombinaci nehnojené nebo i s ohledem na hodnotu získanou na kombinaci hnojené superfosfátem mírně nadhodnocena. U metody CAL i Olsenovy metody jsou jen malé rozdíly mezi hodnotami získanými na nehnojené parcele a hnojené Gafsa fosfátem a daleko větší rozdíl je mezi Gafsa fosfátem a superfosfátem. Z těchto výsledků tedy vyplývá, že vyluhovací roztok používaný Ěgnerovou metodou rozpouští i méně rozpustné fosfáty vápenaté.

Abychom si tento výsledek ověřili a zjistili dále, jakou schopnost mají některé vyluhovací roztoky, používané různými autory, rozpouštět základní fosforečné sloučeniny obsažené v hnojivech i půdách, provedli jsme modelový pokus, jehož výsledky jsou sestaveny v tabulce II. Z uvedených výsledků je zřejmé, že vyluhovací roztok Ěgnerovy metody skutečně rozpouští ve značné míře málo rozpustné fosforečnany vápenaté, neboť z hydroxylapatitu se rozpustilo 55,2 % z dodaného celkového množství fosforu a z mletého fosfátu Gafsa 38,4 %. Dikalciumfosfát se rozpustil prakticky kvantitativně. Je však závažnější, že ještě ve větší míře rozpouští tyto fosfáty i metoda AL, kterou Riehm (1958) navrhl pro stanovení tzv. rostlinám přístupného fosforu na vápenatých půdách, kde budou apatitické formy fosfátů vápenatých převládat, ale jejich přístupnost rostlinám bude diskutabilní. AL metoda stanoví i značné množství (43,0 %) fosforu z ALPO_4 .

Zdá se, že vyluhovací roztok metody CAL je velmi dobře navržen a rozpustnost zkoušených fosforečných solí odpovídá jejich přístupnosti rostlinám. Rozpouští se v něm jen 13,2 % z dodaného fosforu v hydroxylapatitu a pouze 3,8 % z mletého Gafsa fosfátu. Proti metodě Ěgnerově vykazuje i snížení u dikalciumfosfátu proti superfosfátu. Rozpustnost fosforečnanu hlinitého 23,8 % je přiměřená a fosforečnan železitý se rozpouští jen málo. Bylo by tedy možné uvažovat o metodě CAL jako o metodě univerzální pro půdy s širokým rozsahem

I. Analytické výsledky získané různými metodami při hnojení některými fosforečnými hnojivy. — Analytical results obtained from the application of different methods in fertilizing with some phosphorus fertilizers

Pokusné místo	Druh hnojiva dávka 87 kg P/ha	Rok odběru vzorků					
		1971			1972		
		použité metody*)					
		Egner	CAL	Olsen	Egner	CAL	Olsen
Ruzyně	Nehnojeno	128	120	54	124	98	61
	Dikalcium fosfát	219	222	78	168	156	87
	Hydroxylapatit	240	145	43	132	77	57
	Superfosfát	222	234	81	176	140	81
Březnice	Nehnojeno	48	42	36	37	35	28
	Dikalcium fosfát	86	83	82	68	67	63
	Hydroxylapatit	117	62	44	118	57	28
	Tafsa fosfát	65	50	42	54	41	33
	Superfosfát	74	84	77	72	80	70

*) Výsledky uvedeny v ppmP

II. Vyluhování některých fosforečných hnojiv a solí extrakčními činidly používanými různými autory pro stanovení přístupného fosforu v půdě. — Elution of some phosphorus fertilizers and salts by extraction reagents applied by different authors for determination of available phosphorus in the soil

Hnojivo*)	Egner		CAL		AL		Olsen			
									s přidáním NH ₄ F	
	mg P v navázce	%	mg P v navázce	%	mg P v navázce	%	mg P v navázce	%	mg P v navázce	%
Superfosfát	49,6	99,2	05,4	100,0	51,4	100,0	43,6	87,4	39,9	79,8
Dikalciumfosfát	49,8	99,6	36,6	73,2	50,8	100,0	28,4	56,8	32,1	64,3
Mletý fosfát Gafsa	19,2	38,4	1,9	3,8	22,5	45,0	0,1	0,2	0,1	0,2
Hydroxylapatit	27,6	55,2	6,6	13,2	31,2	62,4	1,7	3,4	2,1	4,2
Fosforečnan hlinitý	10,1	20,2	11,9	23,8	21,5	43,0	0,5	1,0	1,0	2,0
Fosforečnan železitý	1,3	2,6	4,6	9,2	6,2	12,4	1,9	3,8	1,8	3,6

*) navázka zvolena tak, aby obsahovala 50 mg P

hem pH, protože nepreferuje málo rozpustné fosforečnany vápenaté a rozpouští přiměřený podíl fosfátů hlinitých, které tvoří značnou část půdních fosfátů na kyselých půdách, kde jsou zdrojem fosforečné výživy pro rostliny.

Vyluhovací roztok navržený Olsenem je jediný z použitých metod, který má alkalickou reakci, neboť se jedná o 0,5M roztok kyselého uhličitanu sodného, jehož pH je upraveno na hodnotu 8,5. Zřejmě proto také se u superfosfátu v důsledku

hydrolyzy monokalciumfosfátu při tomto pH a vzniku dikalciumfosfátu během doby třepání rozpustí jen 87,4 % fosforu. Tento vyluhovací roztok potom prakticky vůbec nerozpouští Gafsa fosfát a jen nepatrně hydroxylapatit. Rovněž rozpustnost AlPO_4 je velmi nízká a rozpustnost FePO_4 odpovídá rozpustnosti hydroxylapatitu.

Ve snaze zvýšit rozpustnost fosforečnanů hlinitých ve vyluhu 0,5 M NaHCO_3 a tím rozšířit použití této metody i na kyselé půdy přidali jsme ještě do tohoto roztoku fluorid amonný tak, že výsledná koncentrace vyluhovacího roztoku byla 0,5 M NaHCO_3 a 0,03 M NH_4F při nezměněném pH 8,5. Jak je vidět z tabulky II, snížil tento přídavek rozpustnost fosforu ze superfosfátu, mírně zvýšil rozpustnost dikalciumfosfátu a nepatrně hydroxylapatitu. Ovšem rozpustnost AlPO_4 , i když se zvýšila dvakrát, je ještě příliš nízká a zřejmě bude třeba vyzkoušet i vyšší koncentrace NH_4F .

ZÁVĚR

V polních a modelovém pokusu bylo prokázáno, že:

1. Vyluhovací roztok metody Ěgnerovy uvolňuje ve značné míře do roztoku fosfor z hydroxylapatitu a mletého fosfátu Gafsa, což podle dosavadních poznatků neodpovídá přístupnosti fosforu z těchto apatitických forem rostlinám.

2. Vyluhovací roztok metody AL je dokonce ještě agresivnější vůči apatitickým formám fosforečnanů vápenatých a rozpouští i poměrně vysoké množství (43,0 %) fosfátů hlinitých.

3. Metoda CAL má vhodně zvolený vyluhovací roztok, který rozpouští apatitické formy fosforečnanů vápenatých jen nepatrně a fosforečnany hlinité v přiměřené míře.

4. Vyluhovací roztok metody Olsenovy rozpouští apatitické formy fosforečnanů vápenatých nejméně ze zkoušených metod, ovšem i fosforečnany hlinité rozpouští jen nepatrně. Přidání NH_4F v koncentraci 0,03 M zvýšilo rozpustnost AlPO_4 jen málo.

Literatura

- AMBERGER A. a kol., 1971, Zur P-Dynamik weicherdiger Rohphosphate. Landw. Forsch. XXIV : 260-271.
- ĚGNER H., cit. Laník, Halada, 1956, Rozbory půd. Státní zeměd. nakladatelství, Praha.
- HAMAN F., 1971, Studium dynamiky přeměn půdních fosfátů v orničních zemích některých půdních typů ve vztahu k rostlině. Kand. dis. práce VŠZ, Brno.
- MUNK H., BÄRMANN C., 1971, Zur Kennzeichnung des pflanzenverfügbaren Phosphats in lehmigen Böden durch verschiedene Bodenuntersuchungsmethoden. Landw. Forsch. XXIV : 272-284.
- OLSEN S. R., COLE C. V., WATANABE F. S., DEAN L. A., 1954, Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U. S. D. A. Circ. č. 939.
- PIRKL J. a kol., 1965, Aluminiumfosfát jako zdroj fosforu pro rostliny. Rostl. výroba r. 9, 937-944.
- , 1970, Zhodnocení CAL metody a její vztah k metodě Ěgnerově. Sborník referátů ze Symposia a půdní agrochemie, Vysoké nad Jizerou — prosinec 1970.

- , a kol., 1970, Extrahovatelnost některých fosforečných solí metodami pro stanovení přístupného fosforu. Rostl. výroba, 16 : 493-498.
- RIEHM H., 1958, Die Ammonlaktatessigsäure-Methode zur Bestimmung der leicht-löslichen Phosphorsäure in Karbonathaltigen Böden, Agrochimica 3 : 49-65.
- SCHÜLLER H., 1969, Die CAL-Methode, eine neue Methode zur Bestimmung pflanzenverfügbaren Phosphates in Böden, Z. f. Pflanzenernährung und Bodenkunde 123, 1 : 48-63.
- WERNER W., WIECHMANN H., 1971, Vergleichende Untersuchungen zur Brauchbarkeit der CAL-Methode zur Kennzeichnung des pflanzenverfügbaren Bodenphosphate. Landw. Forsch. XXIV : 285-292.

Došlo dne 2. 2. 1974

PIRKL J: (Ústav výživy rostlin, Praha-Ruzyně). *Schopnost některých metod agrochemického zkoušení půdy extrahovat fosfor z různých fosforečných sloučenin*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 000-000, 1974.

V polních a modelových pokusech byla zjišťována schopnost vyluhovadel metod Egnerovy, CAL, Olsenovy a AL uvolňovat fosfor ze superfosfátu, dikalciumfosfátu, hydroxylapatitu, mletého fosfátu Gafsa, fosforečnanu hlinitého a fosforečnanu železitého přímo i z jejich reakčních produktů s půdou. Vyluhovací roztok Egnerovy metody extrahuje značné množství fosforu z apatitických forem, což neodpovídá přístupnosti tohoto fosforu rostlinám. Vyluhovací roztok metody AL je ještě agresivnější vůči apatitickým formám fosforečnanů vápenatých a rozpouští i poměrně vysoké množství fosforečnanů hlinitých. Metoda CAL má vhodně zvolený vyluhovací roztok, který rozpouští apatity jen nepatrně a fosforečnany hlinité v přiměřené míře. Vyluhovací roztok navržený Olsenem rozpouští apatity nejméně ze zkoušených metod, ovšem i fosforečnany hlinité uvolňuje jen nepatrně. Přidání NH_4F v koncentraci 0,03 M zvýšilo rozpustnost AL PO_4 jen málo.

metody agrochemického zkoušení půd; fosfor; rozpustnost; hnojiva; fosforečné sloučeniny

ПИРКЛ Й. (Научно-исследовательские институты растениеводства, Прага-Рузыне). *Способность некоторых методов агрохимических испытаний почв экстрагировать фосфор из разных фосфорных соединений*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 599-603, 1974.

В полевых и модельных опытах определялась способность экстрагирующих веществ при методах Эгнера, CAL, Олсена и AL освобождать фосфор из суперфосфата, дикальцийфосфата, гидроксилата молотого фосфата Гафса, фосфата алюминия и фосфата железа непосредственно и из их реакций с почвой. Выщелачивающий раствор (метод Эгнера) экстрагирует значительное количество фосфора из апатитных форм, что не отвечает доступности этого фосфора растениям. Выщелачивающий раствор (метод AL) ведет себя еще более агрессивнее по отношению апатитных форм фосфатов кальция, а также растворяет сравнительно большое количество фосфатов алюминия. Метод CAL имеет хорошо выбранный выщелачивающий раствор, который растворяет апатиты лишь незначительно и в соответствующей степени фосфаты алюминия. Выщелачивающий раствор, предложенный Олсеном, растворяет апатиты меньше всего из испытываемых методов, однако он также освобождает лишь незначительное количество фосфатов алюминия. Добавление NH_4F в концентрации 0,03 M лишь незначительно повысило растворимость ALPO_4 .

методы агрохимического испытания почв; фосфор; растворимость; удобрения; фосфорные соединения

Adresa autora:

RNDr. Jiří Pírk, CSc., Výzkumné ústavy rostlinné výroby, 161 06 Praha-Ruzyně

**Výběr z nových přírůstků
Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTI
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 hod. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

D 62.691

Proceedings of a colloquium on the winter hardiness of cereals. October 31–November 3, 1972. Mártonvásár, Agric. research inst. of the Hungarian academy of sciences 1972. 221 s. obr. (Zimovzdornost – obilniny – sborník mezinárodní – Maďarsko)

Tesljuk, P. S. — Bodun, M. E.

D 61.925/8

Zernovi na osušenich zemljach. L'viv, Kamenjar 1973. 50 s. 29 tab. (Obilniny – pěstování – půdy odvodněné)

Mustafajeva, I. D.

D 62.706

Opredelitel pšeníc Azerbajdžana. Baku, Azerbajdžanskoje gosudarstvennoje izdatel'stvo 1973. 147 s. 42 obr. (Pšenice – systematika – SSSR – Azerb. SSR – příručka)

Rajabzadeh, N.

E 33.351/364

Untersuchungen über Ertrag und Ertragsaufbau bei Durum-Weizen in Abhängigkeit von Sorte und Stickstoffdüngung. Inaug.-Diss. d. Justus Liebig-Universität Giessen. Giessen, Inst. f. Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung 1972. 162 s. obr. tab. (Pšenice tvrdá – výnosy – tvorba – vlivy – výzkum / Pšenice tvrdá – hnojení dusíkaté – výnosy – vztahy – výzkum – NSR – disertační práce)

C 17.922/68

The effect of rate and date of seeding upon yield of shoshoni winter wheat in Wyoming. Laramie, Agric. exp. station 1972. 16 s. 10 tab. Research journal 68. (Pšenice ozimá – výsev – výzkum – USA – Wyoming)

POUŽITÍ FOSFOREČNANŮ VÁPENATÝCH KE LNU VE VZTAHU K VÝNOSU A JAKOSTI VLÁKNA

J. STAUD

STAUD J. (Research Institute of Technical Crops and Legumes, Šumperk - Temenice). *Application of Calcium Phosphates for Fertilizing Flax in Relation to Fibre Yield and Quality*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 605-615, 1974.

Three types of calcium phosphates, superphosphate, citrophosphate and ground phosphate applied in three doses (54,68 and 102 kg P/ha, resp.) were investigated in field trials. In experiments carried out in pots pure nutrients p. a. were used. The phosphates were highly effective. At a low phosphorus dose a higher yield of stalks and total fibres was attained when applying ground phosphate, while superphosphate exerted the smallest effect. With increasing phosphorus doses the highest yields and quality were attained by fertilizing with citrophosphate. The phosphorus doses influenced the evaluation of the indicator. With the lowest dose (34 kg P) the obtained values were insignificantly higher. A higher proportion of phosphorus uptake from the fertilizer up to the arboreal stage was found using labelled phosphorus. The proportion of phosphorus uptake from the soil supply was lowest. Starting from the stage of rapid growth the proportion of phosphorus uptake from the fertilizer decreased, however, uptake from the soil increased significantly. The stalk and fibre yield is limited by a sufficient supply of phosphorus from the fertilizer up to the arboreal stage and by a high phosphorus content in the soil starting from the stage of rapid growth to the harvest.

fertilizing of flax; phosphorus; effectivity of calcium phosphates; uptake from the fertilizer

Přádný len se pěstuje převážně na lehkých půdách vyznačujících se kyselou reakcí a nízkou zásobou fosforu. Podle dřívějších výsledků (Lahola 1961) byl ke hnojení lnu doporučen superfosfát, který nevýznamně ovlivnil výnos a jakost semene a stonků. Nižší účinnost superfosfátu byla vysvětlována silnou kyselostí půdy a kritickým nedostatkem kyseliny fosforečné v půdě. Na malou využitelnost fosforu ze superfosfátu upozornil také Gustavsson, Ekberg (1952). Půdy s nízkou zásobou fosforu se vyznačují vysokou schopností vázat fosfor dodaný z hnojiva.

Kurmies (1969) je názoru, že fosfáty z hnojiva se v půdě mění podle chemických vlastností půd na určité půdní fosfáty, pokud se tato forma v hnojivu nevyskytuje. Bylo prokázáno, že půda má během rozpouštění granulky fosforečného hnojiva omezený vliv na chemismus reakcí probíhajících uvnitř granule (Bouldin, Lehr, Sample 1960). Smith (1965) uvádí, že na kyselých a podzolovaných půdách jsou hlavní složkou fosforečné výživy rostlin fosforečnany hlinité, kterých se v povrchové vrstvě vyskytuje více než fosforečnanů železitých nebo fosforečnanů, které jsou metodou rozboru Changa a Jacksona (1957) dokázány jako povrchově aktivní formy (různý stupeň hydratace fosforečnanu hlinitého, nebo vysrážený fosforečnan hlinitý na povrchu půdních částic). Podle téhož autora rostliny soutěží o přijatelné formy fosforu uvolňováním z fosforečnanů hlinitých a tvorbou fosforečnanů železitých. Pirkil, Novozámský (1967) a Kaila (1963) přisuzují hlavní vliv na průběh

fixace fosforu druhu a typu půdy. Přidáním primárních, sekundárních a terciárních fosforečnanů k různým půdám zjistili, že primární forma postupně přecházela do frakce Al-P. Na kyselých podzolovaných půdách je fosfor více vázán na ionty Al a Fe (Benko, Hampl, Vnuk 1963). Hnojením vápnem dochází ke zvýšení vazby fosforu ve frakci Al-P (Manning, Salamon 1965). Při poklesu půdní reakce a sorbční nasycenosti půd se zvyšuje obsah Al-fosfátů a Fe-fosfátů. Na podzolovaných a kyselých (horských) hnědých půdách tvoří Ca-fosfáty nepatrnou část potenciální zásoby fosforu. Hlavní zastoupení mají Al-P a Fe-P fosfáty. Pírk, Novozámský (1967) jsou názoru, že hlavním zdrojem fosforu pro rostliny jsou formy povrchově vázané, udržující rovnovážnou koncentraci iontů v půdním roztoku a tvoří hlavní zásobárnu fosforu přijatelného rostlinami. Celkový obsah fosforu považují za potenciální zásobu určující a doplňující hladinu frakcí.

Reakce superfosfátu s kyselou půdou je proces velmi rychlý, ale reakce dikalciumfosfátu s půdou je procesem pomalým (Lehr, Brown 1959). Podle Gorbyleva (1968, 1970) len přijímá fosfor přednostně z lehce rozpustných hnojiv. Zvyšováním dávek fosforu byla nižší využitelnost z dávky, ale celkový odběr se zvyšoval.

MATERIÁL A METODY

Cílem bylo u lnu ověřit účinek tří forem fosforečnanů vápenatých dodaných na jaře. Stanovit, která forma je pro len nejvhodnější k dosažení maximálního výnosu a kvality stonku a vlákna. Polní pokusy byly zakládány na vyčleněném pozemku, který byl tak rozdělen, aby len následoval vždy po okopanině (brambory). Zemina k pokusům ve vegetačních nádobách byla odebírána z té části pozemku, kde byl polní pokus.

CHARAKTERISTIKA POKUSNÉHO MÍSTA

Pozemek je zařazen do bramborářského výrobního typu, subtyp ovesný. Nadmořská výška 480 m, hloubka ornice 20 cm, genetický půdní typ — hnědá půda, ornice na středně kamenitém podorničí. Hlavní půdotvorný proces je zvětvávání půdotvorného substrátu za kyselé až silně kyselé reakce. Výsledky rozboru zeminy frakcionací podle Chang-Jacksona:

Frakce		mg P ₂ O ₅ /100 g zeminy				
pH	lab-P	Al-P	Fe-P	Ca-P	ve zbytku organický P	
5,5	stopy	18,60	17,38	17,30	27,14	46,37

Ke hnojení byl použit síran amonný a draselná sůl z fosforečných hnojiv.

Superfosfát (monokalcium fosfát) 21 % P₂O₅ veškeré (9,16 % P) citrofosfát (dikalcium fosfát) 28 % P₂O₅ veškeré (12,22 % P), 1,1 % N. Mletý fosfát (trikalcium fosfát) 34,8 % P₂O₅ (15,8 % P).

K setí byla použita odrůda 'Věra', výsevek 28 mil. klíč. semen/ha, celková plocha parcel 50 m², sklizňová plocha 25 m².

Len byl zaset 10 dnů po hnojení.

Nádobové pokusy byly zakládány v Mitscherlichových nádobách, náplň 6 kg zeminy, doplňování vody denně na 65 % max. vodní kapacity. Počet rostlin 70 na nádobu. K hnojení bylo použito čistých solí p. a.

Souběžně s těmito pokusy byl založen nádobový pokus s primárním fosforečnanem vápenatým Ca (H₂³²PO₄)₂ · H₂O s radioaktivním ³²P. Dávka č. ž. na nádobu: N — 150 mg, ³²P — 130 mg, K — 740 mg.

I. Schéma polních a nádobových pokusů. — Scheme of field and pot trials

Var.	Schéma	Polní pokus			Nádobový pokus		
		dávka č. ž. kg/ha			dávka č. ž. mg/nádobu		
		N	P	K	N	P	K
1	O	—	—	—	—	—	—
2	NK	30	—	66	150	—	740
3	NKP ₁ -I.	30	34	66	150	65	740
4	NKP ₂ -I.	30	34	66	150	65	740
5	NKP ₃ -I.	30	34	66	150	65	740
6	NKP ₁ -II.	30	68	66	150	130	740
7	NKP ₂ -II.	30	68	66	150	130	740
8	NKP ₃ -II.	30	68	66	150	130	740
9	NKP ₁ -III.	30	102	66	150	260	740
10	NKP ₂ -III.	30	102	66	150	260	740
11	NKP ₃ -III.	30	102	66	150	260	740

Cílem pokusu bylo studium průběhu příjmu fosforu za vegetace z hnojiva a z půdní zásoby. Během vegetace lnu bylo odebráno 27 odběrů rostlinného materiálu. Stanovení ³²P po mineralizaci na přístroji Mark I. a veškerý P kolorimetricky. Příjem fosforu z hnojiva k veškerému přijatému fosforu byl vyhodnocen párovou korelační a regresní analýzou.

Výnosové výsledky byly hodnoceny analýzou rozptýlu jednoduchým a vícenásobným tříděním, hladina významnosti posuzována Tukeyovým testem.

Označování v tabulkách a grafech:

1. superfosfát a primární fosforečnan vápenatý p. a.,
2. citrofosfát a sekundární fosforečnan vápenatý p. a.,
3. mletý fosfát a terciární fosforečnan vápenatý p. a.

Dávky P — I. — 34 kg P/ha 65 mg P/nádobu,
 II. — 68 kg P/ha 130 mg P/nádobu,
 III. — 102 kg P/ha 260 mg P/nádobu.

VÝSLEDKY

Z morfologických rozborů rostlin bylo zjištěno, že dávky fosforu neovlivnily celkovou a technickou délku rostlin, pouze štihlость stonku se nevýznamně zvyšovala s dávkou fosforu. Ze zkoušených forem fosforečnanů ovlivnil citrofosfát významně celkovou a technickou délku. Nejnížší celková a technická délka byla dosažena při použití mletého fosfátu. Štihlость stonku nebyla formami fosforečných hnojiv ovlivněna.

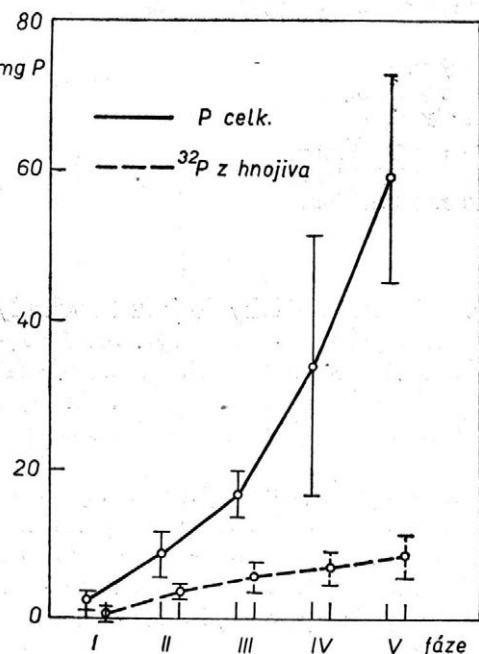
V grafickém zpracování (obr. 1.) jsou uvedeny výnosové výsledky a jakostní ukazatelé tírenskeho zpracování vlákna včetně obou kontrol jako průměry variant. Z přehledu je patrné, že výnos stonků a semene při nízké dávce fosforu (34 kg P) byl nejnížší při použití superfosfátu a nejvyšší po použití mletého fosfátu. U zvýšených dávek fosforu (68 a 102 kg P) byl nejvyšší výnos dosažen při hnojení citrofosfátem.

Obsah dlouhého vlákna a vchlovací výtěžnost byla u všech variant přibližně na stejné výnosové úrovni, pouze u dávky 68 kg P/ha bylo dosaženo vyšších hodnot u varianty hnojené citrofosfátem.

II. Souhrnná analýza rozptylu polních pokusů. —

Zdroj proměnlivosti	N	F pro		
		stonek		semeno
		neodsem.	odsem.	
Opakování	3	0,37	0,60	0,26
Formy P	2	6,48**	6,49**	3,89*
Dávky P	2	0,65	0,89	0,34
Roky	1	11,94**	19,39**	2,79
Formy × dávky P	4	2,53	1,86	1,87
Formy P × roky	2	0,14	0,22	0,56
Dávky P × roky	2	0,93	0,72	3,46*
Dávky × formy P × roky	4	0,49	0,53	0,70
Průkaznost diferencí				
Formy a dávky P				
D min (0,05)		5,43 q	4,20 q	0,75 q
D min (0,01)		7,01 q	5,42 q	0,97 q

Obsah koudel byl vyšší u kontrolních variant ve srovnání s ostatními variantami hnojenými fosforem. Výnos koudel však byl u variant hnojených fosforem nevýznamně vyšší, nebo na stejné úrovni s kontrolami, protože výnos stonků u těchto variant byl vyšší než u kontrol.



1. Ukazatelé výnosů a jakosti z polních pokusů. — Yield and quality indicators from field trials

Výnos dlouhého a zvláště veškerého vlákna byl u nízké dávky fosforu (34 kg) tak jako výnos stonku nejmenší při hnojení superfosfátem a nejvyšší při hnojení mletým fosfátem.

Zvýšením hladiny hnojení fosforem (68 a 102 kg P) byl dosažen nejvyšší výnos dlouhého a veškerého vlákna při použití citrofosfátu. Varianty hnojení superfosfátem a mletým fosfátem (vyšší dávky P) byly přibližně na stejné výnosové úrovni.

Při souhrnném bodovém hodnocení vlákna byl u zvýšených dávek fosforu dosažen nejvyšší počet bodů u variant hnojených citrofosfátem. U nízké hladiny hnojení fosforem byl počet bodů významně vyšší u primární formy fosforečnanu vápenatého.

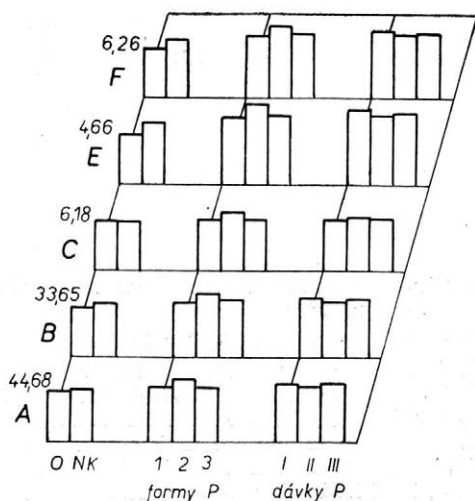
F pro					
výnos vlákna k neroz.		vlákno v %		vochlovací výtěžnost	body celkem
dlouhé	celkem	dlouhé	celkem		
1,07	0,65	3,14	1,06	0,53	3,04
6,90**	5,48**	1,53	0,13	8,90**	3,40*
1,28	1,20	3,36*	1,36	0,39	4,52*
18,03**	20,66**	0,89	0,09	16,94**	17,91**
1,00	2,05	0,79	0,42	2,72	1,39
0,63	0,04	1,28	0,02	1,30	7,12**
0,26	0,89	2,46	1,31	3,59*	0,03
0,56	0,14	0,98	0,29	2,66*	3,26*
0,81 q	0,91 q	0,81 %	—	3,21 %	12,70
1,02 q	1,15 q	1,02 %	—	4,05 %	16,04

Obě kontrolní varianty dosáhly nižších výnosových hodnot než varianty hnojené fosforem. Kontrola hnojená pouze NK předstihla nevýznamně nehnojenou kontrolu ve výnosu stonků, vlákna a bodovém hodnocení vlákna.

Z výsledků statistického zpracování polních pokusů vícenásobnou analýzou rozptylu bylo možné posoudit vliv forem a dávek fosforečnanů vápenatých.

Zkoušené formy fosforečnanů vápenatých měly významný až vysoce významný vliv na výnos stonků, vlákna, vochlovací výtěžnost a bodové hodnocení vlákna; obsah vlákna však nebyl ovlivněn.

Výnos stonků byl významně nejvyšší v průměru u variant hnojených citrofosfátem. Na druhém místě byly varianty hnojené mletým fosfátem a nejnižší výnos byl dosažen při hnojení superfosfátem. Rozdíly mezi variantami hnojenými mletým fosfátem a superfosfátem byly nevýznamné. Výnos semene byl významně vyšší u sekundární formy. Mezi dalšími dvěma formami byly rozdíly nevýznamné. Obsah dlouhého vlákna byl nevýznamně vyšší u variant hnojených citrofosfátem a mletým fosfátem vzhledem k průměrným výnosům variant hnojených superfosfátem. Formy fosforečnanů také neovlivnily obsah



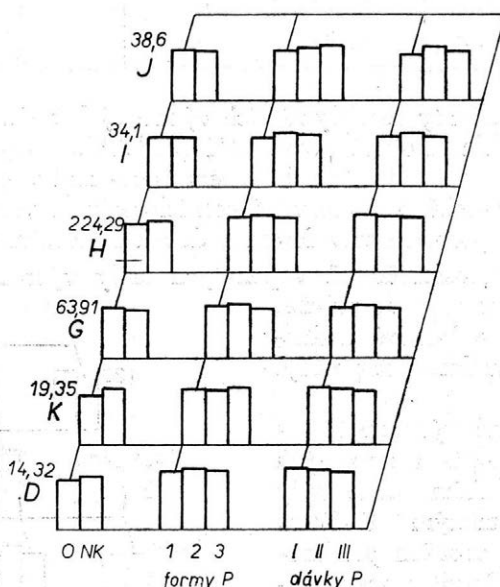
2. Vliv hlavních zásahů na výnos. — Effect of the main operations on the yield

veškerého vlákna. Tím ovšem bylo dosaženo u variant hnojených citrofosfátem nižšího obsahu koudel (3,95 %) než u ostatních dvou forem (4,70 % a 4,62 %), mezi nimiž nebyl významný rozdíl. Vyšší obsah dlouhého vlákna a nižší obsah koudel u variant hnojených citrofosfátem vedle dalších tírenských ukazatelů má především význam pro pěstitele (jeden z ukazatelů výkupní třídy), ale také pro tírenské závody.

Výnos dlouhého a veškerého vlákna je odvislý od výnosu stonku a obsahu vlákna. Proto byl v průměru nejvyšší výnos dlouhého a veškerého vlákna dosažen při hnojení citrofosfátem (průměr 7,46 q dlouhého a 9,13 q veškerého vlákna). Významně nižší výnosy vlákna byly u variant hnojených mletým fosfátem a superfosfátem, mezi oběma však byly nevýznamné rozdíly ve prospěch variant hnojených mletým fosfátem.

Vochlovací výtěžnost dlouhého vlákna a bodové hodnocení bylo opět významně vyšší při použití citrofosfátu, na druhém pořadí byl superfosfát a poslední mletý fosfát. Pevnost stonku nebyla zkoušenými formami ovlivněna.

Dávky fosforu, které byly hodnoceny jako samostatný hlavní znak, ovlivnily významně pouze vychlovací výtěžnost dlouhého vlákna a bodové hodnocení. Vochlovací výtěžnost byla vyšší při dávce fosforu 68 kg/ha, zatímco počet bodů byl významně vyšší u nejnižší dávky fosforu 34 kg/ha (zvyšováním dávek P



3. Vliv hlavních zásahů na tírenskou jakost. — Effect of the main operations on scutching quality

Legenda k obrázkům 1, 2 a 3:

A. Výnos neodsemeněných stonků v q/ha, B. Výnos odsemeněných stonků v q/ha, C. Výnos semene v q/ha, D. Obsah dlouhého vlákna v %, E. Výnos dlouhého vlákna v q/ha, F. Výnos veškerého vlákna v q/ha, G. Vochlovací výtěžnost v %, H. Bodové hodnocení vlákna, I. Pevnost nemáčeného stonku v kg, J. Pevnost máčeného stonku v kg, K. Obsah veškerého vlákna v %. — A. Yields of stalks with seeds in q/ha, B. Yield of seedless stalks in q/ha, C. Yield of seeds in q/ha, D. Content of long fibres in percents, E. Yield of long fibres in q/ha, F. Yield of total fibres in q/ha, G. Hackling efficiency in percents, H. Spot evaluation of the fibre, I. Firmness of non-retted stalks in kg, J. Firmness of retted stalks in kg, K. Content of total fibres in percents

Zdroj proměnlivosti	N	F pro				
		stonek		semeno	vlákno celkem	
		neodsem.	odsem.		v %	výnos v g
Opakování	3	1,02	2,00	0,57	0,38	0,56
Formy P	2	6,91**	8,93**	3,00	2,60	2,06
Dávky P	2	0,77	2,25	0,43	4,42*	0,78
Roky	1	1699,66**	2205,71**	461,57**	259,74**	58,37**
Formy × dávky P	4	0,94	0,98	0,71	2,27	0,87
Formy P × roky	2	2,14	2,21	2,57	0,16	1,59
Dávky P × roky	2	7,52**	10,75**	1,86	3,69*	2,71
Formy P × dávky P × × roky	4	1,12	1,29	1,71	0,93	0,78
Průkaznost diferencí						
Formy i dávky P						
D min (0,05)		1,25 g	0,96 g	—	1,20 %	—
D min (0,01)		1,58 g	1,21 g	—	1,52 %	—

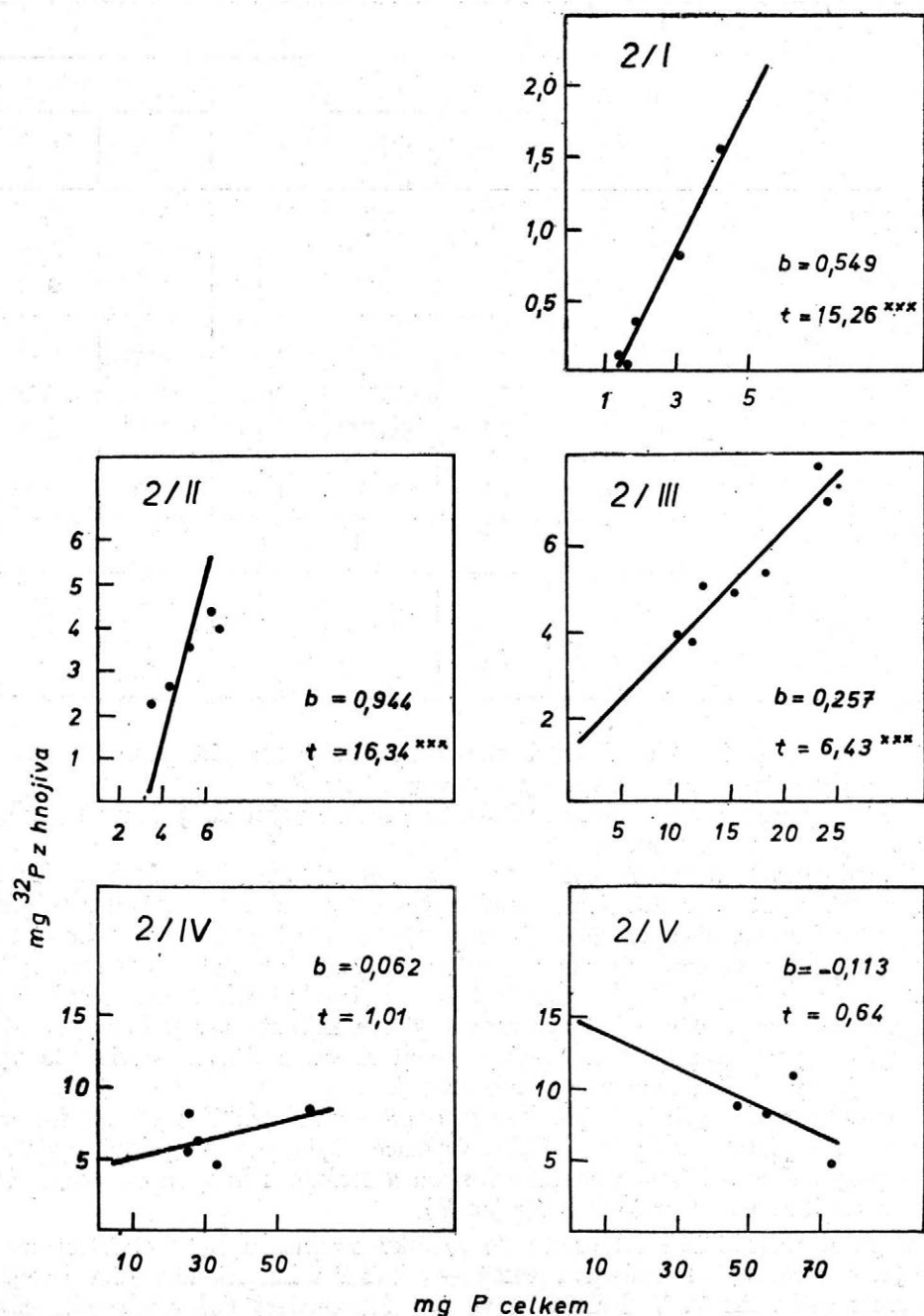
počet bodů klesal). Také u ostatních znaků (při nevýznamném působení dávek fosforu) byly vyšší průměrné výnosy u dávky 34 kg P/ha.

Spolupůsobení forem a dávek fosforečnanů mělo nevýznamný vliv na rozdíly výnosů a jakostních ukazatelů.

V nádobových pokusech bylo dosaženo opět významného působení forem fosforečnanů. Výnos stonků a semene byl nejvyšší u primární a nejnižší u terciární formy fosforečnanu vápenatého. Rozdíly výnosů mezi primární a sekundární formou byly nevýznamné. Obsah veškerého vlákna však byl významně vyšší u terciární formy (nejnižší byl u primární formy). Dávky fosforu opět neovlivnily výnosy, pouze obsah vlákna byl významně vyšší u nejnižší dávky P, stejně jako tomu bylo v polních pokusech. Spolupůsobení forem a dávek neovlivnilo významně výnosy stonků, semene a obsah vlákna.

Pozoruhodných výsledků bylo dosaženo při studiu průběhu příjmu fosforu z hnojiva a z půdní zásoby v průběhu vegetace. Byla zjištěna přímá závislost mezi zvyšujícím se odběrem veškerého fosforu a fosforu z hnojiva od vzejití (I. fáze) do začátku zelené zralosti (dále jen P).

V první růstové fázi od vzejití do začátku stroměčku byla závislost mezi veškerým odběrem P a P z hnojiva přímá — odběr P z hnojiva se zvyšoval stejně jako odběr veškerého P. V druhé růstové fázi (stroměček) byl vztah ještě užší. Odběr veškerého fosforu se zvyšoval při malých přírůstcích lnu, ale odběr fosforu z hnojiva se zvyšoval velmi rychle a tvořil 60—80 % P z veškerého přijatého P. Ve fázi rychlého růstu (2/III) byl vztah obou znaků také významný, ale podle průběhu regresní přímky nebyl tak úzký. Odběr veškerého P se zvyšoval rychleji než odběr P z hnojiva. Podíl P přijatého z hnojiva činil 40—50 %



4. Závislost mezi příjmem P z hnojiva k veškerému přijatému P. — Relation between P uptake from the fertilizer and total P uptake

k veškerému přijatému P. Ve čtvrté růstové fázi (2/IV) — tvorba pupenů a květ — se odběr veškerého P dále zvyšoval a podíl P z hnojiva se snížil. Hlavním zdrojem fosforu pro rostliny v této fázi začal být fosfor z půdní zásoby. V páté růstové fázi — tvorba tobolek a zrání — se odběr veškerého P zvýšil, ale odběr P z hnojiva značně poklesl na 10–25 % — záporná regrese.

Hlavním zdrojem fosforu pro rostliny byl fosfor přijatý z půdní zásoby.

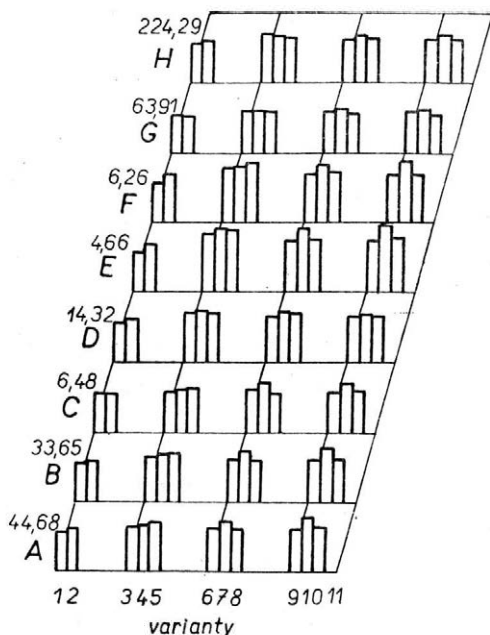
Při vzájemném porovnání výsledků z růstové analýzy kontrolní varianty nehnojené fosforem a již hodnocené varianty (označené na grafu var. č. 2) bylo zjištěno, že maximální výnos lnu z hlediska zajištění výživy fosforem je poměrně krátké období od vzejití do první poloviny stroměčku. V této fázi u varianty hnojené fosforem se zvýšila koncentrace P a tím i množství odebraného P. V průběhu růstu však koncentrace P v rostlině klesá, to je jev známý. U nehnojené kontroly ve fázi stroměčku a rychlého růstu je tento pokles rychlejší (příjem P je také nižší), než u varianty hnojené P (příjem P je vyšší). A to je jeden z momentů, který rozhoduje o výši výnosu.

Rozdíly mezi množstvím veškerého přijatého P a P z hnojiva v průběhu pěti růstových fází jsou znázorněny na obr. č. 5. Množství přijatého P z hnojiva se zvýšilo nejvíce do fáze rychlého růstu, ale významné rozdíly byly pouze mezi I. a II. fází. Také odběr veškerého P se v prvních třech fázích zvyšoval významně. Hlavním zdrojem příjmu fosforu ovšem bylo hnojivo. Podle šířky intervalů se množství veškerého přijatého P zvyšovalo do fáze rychlého růstu vyrovnanými přírůstky.

DISKUSE

K problematice hnojení lnu fosforečnaný vápenatými na kyselých půdách možno uvést, že bylo dosaženo jejich vysoké účinnosti. Výnosy stonků, vlákna a tírenské ukazatele významně ovlivnily formy fosforečnanů, zatímco dávky fosforu měly nevýznamný vliv. V polních i nádobových pokusech bylo dosaženo shodných výsledků.

Při nízké hladině hnojení fosforem (34 kg P) bylo dosaženo vyšších výnosů stonků, semene a vlákna u variant hnojených mletým fosfátem a nižších u variant hnojených superfosfátem. U zvýšených dávek P byly významně vyšší výnosy u variant hnojených citrofosfátem. Varianty hnojené mletým fosfátem a superfosfátem byly ve výnosech a kvalitě nižší a na stejné úrovni. Malá účinnost superfosfátu při nižších dávkách P doplňuje a potvrzuje dřívější výsledky (L a h o l a



5. Příjem P z hnojiva a veškerého P — intervaly růstových fází. — Uptake of P from the fertilizer and of total P — intervals of growth stages

1961, Gustavsson, Ekberg 1952). Nízká účinnost superfosfátu při malé zásobě P v půdě je způsobena silnou kyselostí. Proto se lépe uplatní mletý fosfát a citrofosfát. Tato zkušenost ale nepotvrzuje výsledky Gorbyleva (1968, 1970), který uvádí, že len přednostně přijímá P z rozpustnějších forem.

Vysoká účinnost citrofosfátu při vyšších dávkách nasvědčuje tomu, že sekundární forma je v půdě stálejší (Lehr, Brown 1959). Dřívějšími pokusy bylo zjištěno, že sekundární forma a citrofosfát byly i po delší době kontaktu s půdou nalezeny ve frakci Al-P (Štaud 1970). Tato forma se jeví na kyselých půdách vhodnější. Potvrzuje to názor (Pirkel, Novozámský 1968), že rostliny přijímají stejně dobře také iont HPO_4^{--} . Z našich výsledků i pokusů jiných autorů (Benko, Hampl, Vnuk 1963, Smith 1965) vyplývá, že citrofosfát je stabilnější formou fosforečného hnojiva na kyselých půdách a při výživě lnu se více uplatňuje než superfosfát, u kterého dochází k rychlejší fixaci.

Nevýznamný vliv dávek fosforu na kyselých půdách se slabou zásobou fosforu na výnos lnu a jakost vlákna potvrzuje závěry, ke kterým dospěl Pirkel, Novozámský (1967).

Analýza příjmu fosforu v průběhu vegetace lnu vymezila hlavní růstové fáze, v nichž probíhá příjem P z hnojiva a z půdní zásoby. Při nízké zásobě fosforu v půdě byl do fáze stromečku hlavním zdrojem příjmu pro rostliny fosfor z hnojiva, od fáze stromečku fosfor z půdní zásoby. Nelze tedy nedostatečnou půdní zásobu fosforu nahradit vyššími dávkami v hnojivu.

Literatura

- BENKO V., HAMPL J., VNUK I., 1963, Příspěvek ke studiu sorbce a uvolňování fosforu na hnědozemí a podzolované půdě. Rostlinná výroba 9, 36, 11 : 1208-1216.
- BOULDIN D. R., LEHR J. R., SAMPLE E. C., 1960, The effect of associated salts on transformations of monocalcium phosphate monohydrate at site of the application. Soil. Sci. Soc. Am. Proc. 24 : 464-468.
- GORBYLEVA A. I., 1968, Faktory, vliýajúščiye na zapas usvojajemych fosfatov počvy i ich podvižnost. Počva, Udobrenije, Urožaj, Minsk, Urožaj, Sb. Nauč. Tr., Tom 42 : 36-44.
- , 1970, Fosfornoe pitanie i koeficient ispolzovanija P^{32} u rastenij lna-dolgunca i jačmenja pri vnesenii vysokich doz udobrenij. Belorusk. Trud. Kras. Zn. selchoz. akad. Sbor. nauč. trudov Gorki 72 : 185-189.
- GUSTAVSSON H., EKBERG L., 1952, Spanadslinene och växtnäringen. Lin, 7 : 77-79.
- CHANG S. C., JACKSON M. L., 1957, Fractionation of soil phosphorus. Soil Sci. 84 : 133-144.
- KAILA A., 1963, Fractions of inorganic phosphorus in Finnish mineral soils. J. Sci. Agric. Soc. Fin., 35 : 19-25.
- KURMIES B., 1969, Über die Bewertung phosphathaltiger Düngemittel. Phosphorsäure, 28 : 1 : 56-71.
- LAHOLA J., 1961, Výzkum agrotechniky vysokých výnosů lnu. a) Výzkum výživy a hnojení lnu. Závěrečná zpráva VÚTPL, Šumperk - Temenice.
- LEHR J. R., BROWN W. E., 1959, Chemical behaviour of monocalcium phosphate monohydrate in soils. „I. bid“, 23 : 3-7.
- MANNING P. B., SALAMON M., 1965, Formen in Böden nach langjähriger Düngung. Proc. Soil Sci. Soc. Am., 29 : 412-423.
- PIRKEL J., NOVOZÁMSKÝ I., 1967, Reakce fosforečných hnojiv s půdou. I. Rozložení fosforu z hnojiv do frakcí půdního fosforu v polních pokusech. Rostlinná výroba 13, 3 : 225-234.
- , 1967, Reakce fosforečných hnojiv s půdou. II. Laboratorní pokusy. Rostlinná výroba 13, 3 : 235-240.
- , 1968, Formy vazeb fosforu v půdě a možnost jejich využití rostlinami. (Dílčí záv. zpráva). ÚVÚR - Ruzyně, 84.

SMITH A. N., 1965, Aluminium and iron phosphates in soils. J. Austr. Inst. Agric. Sci., 31, 2: 110-126.

ŠTAUD J., 1970, Fixace a transformace fosforečnanů na podzolovaných půdách s ohledem na kvalitu přádného lnu. Závěrečná zpráva VÚTPL, Šumperk - Temenice.

Došlo dne 2. 2. 1974

ŠTAUD J. (Výzkumný ústav technických plodin a luskovin, Šumperk - Temenice). *Použití fosforečnanů vápenatých ke lnu ve vztahu k výnosu a jakosti vláknů*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6): 605-615, 1974.

V polních pokusech byly zkoušeny tři druhy fosforečnanů vápenatých — superfosfát, citrofosfát a mletý fosfát ve třech dávkách — 34, 68 a 102 kg P/ha. V nádobových pokusech bylo použito čistých živin p. a. Bylo dosaženo vysoké účinnosti fosforečnanů. Při nízké dávce fosforu byl nejvyšší výnos stonků a veškerého vlákna dosažen hnojením mletým fosfátem a nejnižší při hnojení superfosfátem. U zvýšené dávky fosforu byly jednoznačně vyšší výnosy a jakost dosaženy při hnojení citrofosfátem. Dávky fosforu měly vliv na hodnocení ukazatele. Nevýznamně vyšších hodnot bylo dosaženo u nejnižší dávky (34 kg P). Značeným ^{32}P byl zjištěn největší podíl přijatého fosforu z hnojiva do fáze stromečku (podíl přijatého fosforu z půdní zásoby byl nejnižší. Od fáze rychlého růstu se podíl přijatého fosforu z hnojiva snižoval, ale významně se zvýšil odběr fosforu z půdní zásoby. Výnos stonků a vlákna je limitován dostatkem přijatého fosforu z hnojiva do fáze stromečku a vysokou půdní zásobou fosforu pro příjem od fáze rychlého růstu do sklizně.

hnojení lnu; fosfor; účinnost fosforečnanů vápenatých; příjem z hnojiva

ШТАУД Й. (Научно-исследовательский институт технических и бобовых культур, Шумперк-Теменице). *Применение фосфат кальция у льна по отношению к урожаю и качеству волокна*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6): 605-615, 1974.

В полевых опытах изучались три вида фосфатов кальция — суперфосфат, цитрофосфат и молотый фосфат в трех дозах 34, 68 и 102 кг/га. Р. В вегетативных сосудах брались действ. питательные вещества р. а. (анализируемого образца). Было достигнуто высокой эффективности фосфатов. При низкой дозе фосфора самый высокий урожай льносоломки и всего волокна был достигнут путем удобрения молотым фосфатом и минимальный — при удобрении суперфосфатом. У повышенной дозы фосфора однозначно повышенные урожаи и качество были достигнуты при удобрении цитрофосфатом. Дозы фосфора влияли на оцениваемые показатели. Незначительно повышенные значения были получены при минимальной дозе (34 кг Р). При помощи меченого ^{32}P был установлен максимальный процент принятого фосфора из удобрения в фазе образования стебля (процент принятого фосфора из почвенного запаса был минимальным). С фазы быстрого роста доля принятого фосфора из удобрения понижалась, однако значительно повысился прием фосфора из почвенного запаса. Урожай льносоломки и волокна определен достаточным количеством принятого фосфора из удобрения до фазы образования стебля и высоким почвенным запасом фосфора для приема от фазы быстрого роста до уборки.

удобрение льна; фосфор; эффективность фосфатов кальция; прием из удобрения

Adresa autora:

Ing. Jindřich Štaud, Výzkumný ústav technických plodin a luskovin, 787 12 Šumperk - Temenice

**Výběr z nových přírůstků
Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTI
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 hod. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

C 4.162/248

Results of the second international winter wheat performance nursery. Lincoln (Nebraska), Agric. exp. station 1972. 158 s. 79 tab. Research bulletin 248. (Pšenice ozimá — odrůdy světové — výzkum — mezinárodní / Pšenice ozimá — odrůdové pokusy — světové)

Waltl, K.

C 18.656/199

Qualitätsuntersuchungen der Winter- und Sommerweizen-Sorten-versuchen. 1972 Wien, Bundesanstalt f. Pflanzenbau u. Samenprüfung 1973. 24 s. tab. Versuchsergebnisse 199. (Pšenice — odrůdové pokusy Rakousko — 1972)

Škvarnikov, P. K. — Kulik, M. I. — Porgun, V. V.

D 62.199

Ekspérimental'nyje mutacii u pšenicy. Kijev, Naukova dumka 1973. 138 s. 45 obr. 35 tab. (Pšenice — mutace — výzkum — SSSR)

Zahiri, A.

E 33.351/366

Einfluß einer varierten Phosphat-, Kalium-, und Kupferversorgung auf System- und Produktwachstum bei Sommerweizen. Diss. d. Justus Liebig-Univ. Giessen, Giessen, Institut für Pflanzenernährung 1972. 120 s. 38 tab. příl. (Pšenice jarní — růst a vývin — živiny — zásobování — vliv výzkumu — NSR — disertační práce)

Vytovtov, A. H. — Skrypka, I. O.

E 36.622

Ahrotechnika hřečky. Doneck, Donbas 1973. 86 s. tab. (Pohanka — pěstování)

EFEKTIVNOST PODZIMNÍ ZAORÁVKY BEZVODÉHO ČPAVKU PŘI INTENZÍVNÍM DUSÍKATÉM HNOJENÍ

A. NĚMEC

NĚMEC A. (Research Institutes of Plant Production, Institute of Plant Nutrition, Praha-Ruzyně). *The Effectiveness of the Application of Anhydrous Ammonia Ploughed-in in Autumn in Intensive Nitrogenous Fertilization*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 617-627, 1974.

In continuity with previous positive results obtained from the application of anhydrous ammonia, ploughed-in in September, to spring crops at a lower fertilization rate, exact field trials were performed in the beet-growing, maize-growing and potato-growing regions (at 11 sites) in the years 1967–1972. The effectiveness of ammonia applied at different dates was compared; the nitrogenous fertilization rate was 160–200 kg N per ha, and urea was used as the control fertilizer. The immediate effect of ammonia was studied in sugar beet, silage maize, grain maize and potatoes, and the subsequent effect was examined in cereals grown as subsequent crops. Ammonia was ploughed-in at the beginning of October (the first date) and at the end of October (the second date); a specially adapted plough was used for this purpose. Before sowing in spring it was applied by the ammonizer Amin. On an over-all average it was necessary to take into account a decrease in effectiveness, if the date of ammonia ploughing-in was changed from November to October. In comparison with the yields obtained when ammonia is applied in spring, the application at the beginning of October reduces yields by 5–6 %, and the application at the end of October reduces yields by 3 %. Maize showed the lowest sensitivity to the earlier date of ammonia ploughing-in; as to the subsequent crops, wheat utilized the residual nitrogen better than barley. One of the most important factors underlying the effectiveness of ploughed-in ammonia is the granulometric composition of soil; in loamy sand and silty loam or in clayey soils, the yields were decreased to a lower level at sooner dates of application, in comparison with medium-heavy and heavy-textured soils. Soil temperature in the time of application and the precipitation sum in the period of vegetation rest exerted only a limited influence. Conditions for the use of this method of fertilization in practice were recommended on the basis of the obtained data.

liquid fertilizers; anhydrous ammonia; ploughing-in of fertilizer ammonia; high nitrogenous fertilization rate

Dřívější práce zabývající se možnostmi podzimního zaorávání bezvodého čpavku jako dusíkatého hnojiva pro jarní plodiny prokázaly, že ve vhodných podmínkách je podzimní aplikace přínosem pro systémy hnojení a pro zajištění výživy rostlin dusíkem. Vzhledem ke svému metodickému zaměření — nízká intenzita dusíkatého hnojení a listopadový termín zaorání — nejsou však tyto poznatky postačující pro budoucí léta. Při intenzívním dusíkatém hnojení je třeba znovu zohlednit faktory, které by mohly omezovat podzimní aplikaci čpavku, protože jejich působení může být při dávkách okolo 200 kg/ha N odlišnější než při dávkách nižších. Závažným předpokladem zavedení podzimní zaorávky čpavku v provozních podmínkách je dále rozložení aplikace na maximálně dlouhou dobu, aby mohlo být plně využito mechanizačních prostředků. Prakticky je to otázka možnosti zahájení aplikace čpavku při orbě na počátku podzimního období a revize dřívějšího názoru, že aplikaci čpavku lze zahájit až při poklesu půdní teploty na 5–10 °C vzhledem

k možností nitrifikace čpavku a nebezpečí ztrát vyplavením. Posunutí počátku podzimní aplikace na dřívější termín by mělo značný provozní význam. Dále bylo nutno znovu prošetřit velikost následného působení dodaného čpavku, aby byl zachycen celkový efekt hnojení, u něhož lze vzhledem k velikosti dávek předpokládat delší působení.

Na základě uvedených předpokladů byl cíl prací formulován takto:

„Zjistit v různých půdních a klimatických podmínkách působení intenzivního podzimního hnojení dusíkem v bezvodém čpavku k jarním plodinám na jejich výnosy a na výnosy následných plodin, stanovit podmínky pro zahájení aplikace čpavku při podzimním hnojení a srovnat účinky čpavku s pevným dusíkatým hnojivem“.

Tematika bezvodého čpavku je v zahraniční literatuře i v posledních letech od roku 1970 stále živá. Pro sledovaný výzkumný cíl jsou zajímavé práce zabývající se hnojením čpavkem k okopaninám. Hnojení kukuřice bezvodým čpavkem sledoval v SSSR Matvi-jenko (1970, v Egyptě Eid (1972), v NSR Geisler (1970), hnojení cukrové řepy čpavkem Draycott (1970), Benda (1971), hnojení brambor Jürgens (1970), Márton (1971), Burg (1972), Ljach (1973).

Uvedené příklady posledních prací se však velmi málo zabývají otázkou dávek a termínů aplikace čpavku a jsou proto pro nás konkrétně málo využitelné. Určitým vodítkem mohou být výsledky Burga (1970), který srovnával účinky čpavku zapraveného na podzim pro jarní kultury, a to v době od začátku října až do února; popisuje rovněž chování čpavku v půdě při těchto způsobech. Podobné jsou i výsledky, které získal při podzimních zapraveních čpavku Eagle (1971). Oba autoři docházejí k negativním výsledkům při podzimní aplikaci čpavku, což je v podmínkách Holandska a Velké Británie zcela přirozené.

V NDR byly pokusy s podzimním zapravením čpavku při orbě k cukrovce provedeny v letech 1969–1971. Při sledování vhodného termínu počínaje zářím byl nejvyšší výnos bulev dosažen při aplikaci v říjnu a zjara (Kämpfe 1971). Jinak potvrzují dosažené výsledky citlivost zaorávání čpavku na stav půdy.

V ČSSR byla v posledních letech věnována způsobům hnojení dusíkatými hnojivy značná pozornost. Jeví se přitom, že v některých podmínkách je možná podzimní aplikace dusíkatých hnojiv do půdy k jarním plodinám, příkladem mohou být výsledky získané Vaňkem (1970) v kukuřičné oblasti.

Pro posuzování podzimní aplikace bezvodého čpavku byly východiskem základní práce, které poskytly nezbytné podklady o šíření čpavku v půdě po jeho zaorání, způsobech poutání a přeměnách nitrifikačními pochody (Vopěnka 1972, Němec, Vopěnka 1973). Němec (1973) zpracoval rozbor efektivnosti zapravení bezvodého čpavku při orbě v podmínkách nižší intenzity hnojení. Výsledky získané u kukuřice byly publikovány Truksou (1970), který zjistil možnosti úspěšného čpavkování na podzim ve srovnání s jarním termínem při pěstování kukuřice bez chlévského hnoje; zajímavé byly rovněž jeho poznatky o reaktivnosti hybridů kukuřice na hnojení čpavkem.

Získané poznatky platné pro nižší intenzitu hnojení byly publikovány pro využití v praxi (* Němec 1971 a 1972). Pro podzimní aplikaci čpavku je rovněž významná práce Šilara (1972), ve které zevrubně srovnává v celé lince od výroby až po aplikaci do půdy efektivnost hnojení bezvodým čpavkem a hnojení pevnými dusíkatými hnojivy. Tato práce je natolik obsažná, že může být přímo využita pro ekonomické hodnocení sledovaných způsobů aplikace bezvodého čpavku.

MATERIÁL A METODY

Daný úkol byl řešen polními pokusy zakládány metodou dlouhých parcel o rozměrech přibližně 50 × 10 m. Jednotlivé kombinace byly dvakrát opakovány; na každé parcele byly vytýčeny tři sklizňové parcely, takže pro hodnocení bylo k dispozici šest opakování. U okopanin činila

velikost sklizňové parcely 7×7 m a u obilnin 5×5 m. Před zakládáním pokusů byly odebrány půdní vzorky pro charakteristiku základních půdních vlastností, v průběhu pokusů probíhala vegetační pozorování, byly odebrány vzorky rostlinného materiálu a zjištěny výnosy hlavního a vedlejšího produktu. Mimo to probíhala základní meteorologická pozorování, měření půdní teploty a půdní vlhkosti. Statistická významnost rozdílů u získaných číselných výsledků byla hodnocena jednoduchou analýzou rozptylu na samočinném počítači.

Účinky hnojení byly sledovány jednak u plodin vhodných k aplikaci vyšších dávek dusíku (přímé působení), jednak u plodin následujících po nich druhým rokem (následné působení), takže byl zachycen celkový efekt hnojení za dva roky. Pokusnými plodinami pro přímé působení byly cukrová řepa, kukuřice na siláž, kukuřice na zrno a brambory, následné působení bylo sledováno u obilnin.

V pokusech byly začleněny tyto kombinace:

1. PK — bez hnojení dusíkatými hnojivy,
2. PK + N ve čpavku na podzim v I. termínu,
3. PK + N v močovíně na podzim v I. termínu,
4. PK + N ve čpavku na podzim v II. termínu,
5. PK + N v močovíně na podzim v II. termínu,
6. PK + N ve čpavku zjara před setím,
7. PK + N v močovíně zjara před setím.

U žádného pokusu a kombinace nebylo zásadně hnojeno statkovými hnojivy. Dávky fosforečných a draselných hnojiv byly na všech kombinacích stejné, byly rozmetány před orbou k plodině určené pro přímé hnojení a zorány, byl použit práškový superfosfát a 40% draselná sůl.

Dusíkatá hnojiva byla použita ve stejném množství dusíku na kombinacích 2–7, a to v těchto dávkách: cukrovka 200 kg/ha N, kukuřice na siláž 200 kg/ha N, kukuřice na zrno 160 kg/ha N a brambory 160 kg/ha N. Čpavek byl zaoráván adaptovaným pluhem na hloubku zhruba 25 cm, zjara zapravován čpavkovačem Amin do hloubky 10–15 cm. Oba stroje byly zvláště upraveny pro aplikaci vysokých dávek čpavku. Jako srovnávací hnojivo byla použita močovina, která byla v podzimních termínech rozmetána na povrch půdy a zaorána stejně jako čpavek, zjara byla do půdy zapravena vláčením na hloubku 5–7 cm. Důvodem pro volbu močoviny byla hlavně skutečnost, že močovina neobsahuje další průvodní složky, které by se mohly projevit při srovnání rušivě.

Termíny podzimní zaorávky čpavku a močoviny byly určeny tak, aby mezi I. a II. byl odstup zhruba 3 týdny. I. termín přitom spadal zpravidla do první poloviny měsíce října a II. termín připadal na poslední týden v říjnu nebo na počátek listopadu. V jarních termínech byla dusíkatá hnojiva použita před setím.

K následným plodinám 2. rokem nebylo v žádném případě hnojeno.

Pokusy byly zakládány na 7 pracovištích ve výrobní oblasti řepařské, na 3 pracovištích ve výrobní oblasti kukuřičné a na 2 pracovištích ve výrobní oblasti bramborářské.

VÝSLEDKY

Za pokusné období bylo vyhodnoceno 47 pokusů s přímým působením N-hnojiv k okopání a 35 pokusů s následným působením u obilovin; podařilo se zachytit lokality různé vhodné pro hnojení čpavkem jak z hlediska vlastností půd, tak i z hlediska přírodních a výrobních podmínek.

Podkladové údaje pro hodnocení celkového výnosového efektu všech plodin jsou obsaženy v tabulce I.

Při souborném hodnocení se ukazuje, že aplikace čpavku zjara byla nejvhodnější při přímém, následném i celkovém působení, neboť ve srovnání se zaorávkou čpavku v I. termínu dosáhly výnosy 102, 105 a 103 %. Při obdobném srovnání I. a II. termínu zaorávky čpavku se jeví, že I. termín dosáhl pouze 95 % při přímém působení, avšak téměř 103 % při následném, takže při celkovém působení dosáhl 98 %. I přes toto vyrovnání je působení ve srovnání s jarní aplikací o 5 % slabší, což znamená přibližně 6 OJ za dva roky, tj. 3 OJ průměrně za rok. Ve srovnání s I. termínem aplikace činí toto zmenšení efektu zhruba 1 OJ za rok.

Močovina použitá v pokusech jako srovnávací hnojivo se projevila příznivě, a to zejména při I. termínu zapravení, při kterém došlo pouze k nepatrnému zmenšení jejích účinků ve srovnání s II. termínem nebo s jarní aplikací.

I. Souborné hodnocení celkového výnosového efektu všech plodin při podzimní aplikaci čpavku. — Over-all evaluation of the total yield effect of all crops in the autumn application of ammonia

Průměrné výnosy v OJ/ha						
PK	čpavek			močovina		
	orba I. termín	orba II. termín	jarní aplikace	orba I. termín	orba II. termín	jarní aplikace
Přímé působení v prvním roce						
63,2	75,3	79,0	80,8	78,2	79,4	81,3
100 %	119,1	125,0	127,4	123,7	125,6	128,6
80,0 %	95,3	100,0	102,3	99,0	100,5	102,9
Následné působení v druhém roce						
31,5	38,4	37,4	39,4	38,4	39,1	40,4
100 %	121,9	118,7	125,1	121,9	124,1	128,3
84,2 %	102,7	100,0	105,3	102,7	104,5	108,0
Celkové působení za oba roky						
94,7	113,7	116,4	120,2	116,6	118,5	121,7
100 %	120,1	122,9	126,9	123,1	125,1	128,5
81,4 %	97,7	100,0	103,3	100,2	101,8	104,6

Hodnocení výnosového efektu podle jednotlivých plodin bylo propočteno podle průměrných výnosů dosažených u jednotlivých plodin buď při přímém působení sledovaných N-hnojiv, nebo při jejich následném působení (tabulka II); výsledky dosažené v I. termínu aplikace nebo zjara se srovnávají s výsledky v II. termínu (= 100 %).

Při přímém působení u okopanin je efekt hnojení čpavkem v I. termínu u všech plodin nižší, rozdíl činí 2–6 %. Při jarní aplikaci jsou výnosy zpravidla vyšší až o 4 %, výjimkou je kukuřice na zrno s výnosem o 4 % nižším. U kukuřice se jeví tendence, že dovede lépe využít dříve dodaný čpavek než ostatní plodiny, neboť rozdíl mezi I. a II. termínem není velký — 2 až 3 %. U močoviny došlo k výraznějšímu zmenšení výnosu při zapravení v I. termínu u brambor.

Při následném působení se u ječmene nejvíce větší rozdíly mezi I. a II. termínem zaorávky čpavku s výjimkou ječmene po bramborách, podobně je tomu i u jarní aplikace; u močoviny je následné působení vesměs vyšší než u čpavku. U pšenice je zajímavá silná reakce na dusík dodaný v I. termínu k cukrovce, která je patrná i u pšenice po kukuřici a po bramborách, avšak v menším rozsahu.

Při hodnocení výnosového efektu podle sledů plodin se projevilo u cukrovky, že pro podzimní aplikaci čpavku je vhodnější sled cukrovka-pšenice než cukrovka-ječmen; rozdíly činí sice pouze 2–3 %, tendence je však zřejmá. Méně výrazně se rozdíly ve sledech projevují u kukuřice na siláž i u kukuřice na zrno a u kombinací s močovinou.

U sledu brambory-ječmen se nepříznivě projevila zaorávka čpavku v I. termínu, výnos je o 11 % nižší než při aplikaci v II. termínu; tento rozdíl byl daleko menší u sledu brambory-pšenice. Zjištěné vztahy však nelze vykládat pouze uvedenými plodinami,

II. Hodnocení výnosového efektu podzimní aplikace čpavku podle pokusných plodin.
 — Evaluation of the yield effect of the autumn application of ammonia, according to test crops

Plodina (počet pokusů)	Průměrné výnosy v OJ/ha dosažené na kombinacích						
	PK	čpavek			močovina		
		orba I. termín	orba II. termín	jarní aplikace	orba I. termín	orba II. termín	jarní aplikace
1	2	3	4	5	6	7	8
Přímé působení:							
Cukrovka	88,8	103,7	110,1	114,4	110,6	112,8	115,7
(19 příp.) %	80,7	94,2	100,0	103,9	100,5	102,5	105,1
Kukuřice na sil.	41,4	52,1	53,4	53,9	51,7	52,2	53,7
(17 příp.) %	77,5	97,6	100,0	100,9	96,8	97,8	100,6
Kukuřice na zrno	58,1	64,6	66,9	63,9	67,2	64,6	64,9
(6 příp.) %	86,8	96,6	100,0	95,5	100,4	96,6	97,0
Brambory	46,0	59,0	62,6	65,0	58,1	62,3	63,8
(5 příp.) %	73,5	94,2	100,0	103,8	92,8	99,5	101,9
Následné působení:							
Ječmen po cukrovce	35,8	40,4	39,8	43,5	41,0	43,0	43,0
(10 příp.) %	89,9	101,5	100,0	109,3	103,0	108,0	108,0
Ječmen po kuk. siláž.	29,3	35,0	35,2	36,6	36,2	36,2	37,4
(9 příp.) %	83,2	99,4	100,0	104,0	102,8	102,8	106,2
Ječmen po kuk. zrno	32,6	37,1	37,6	43,6	38,8	40,2	46,8
(3 příp.) %	86,7	98,7	100,0	116,0	103,2	106,9	124,5
Ječmen po bramborách	27,9	37,8	46,1	39,7	38,8	42,2	36,0
(1 příp.) %	60,5	82,0	100,0	86,1	84,2	91,5	78,1
Pšenice po cukrovce	28,3	37,1	32,0	32,5	37,6	34,6	34,3
(3 příp.) %	88,4	115,9	100,0	101,6	117,5	108,1	107,2
Pšenice po kuk. siláž.	29,2	40,2	37,4	38,3	37,2	37,5	40,9
(7 příp.) %	78,1	107,5	100,0	102,4	99,5	100,3	109,4
Pšenice po bramborách	33,4	41,7	39,5	40,1	39,6	42,2	41,0
(2 příp.) %	84,6	105,6	100,0	101,5	100,3	106,8	103,8

III. Výnosový efekt podzimní aplikace čpavku podle půdních druhů (P = přímé působení, N = následné působení, 2 = souborné působení za dva roky). — The yield effect of the autumn application of ammonia, according to soil (P = immediate effect, N = subsequent /residual/ effect, 2 = total effect for two years)

Půdní druh půda	Počet pokusů	Průměrné výnosy v OJ/ha dosažené na kombinacích						
		PK	čpavek			močovina		
			orba I. termín	orba II. termín	jarní aplikace	orba I. termín	orba II. termín	jarní aplikace
Hlinito- písčité	P 4	43,4	58,0	62,8	64,8	55,9	59,1	64,0
	%	69,1	92,4	100,0	103,2	89,0	94,1	101,9
	N 2	27,8	36,7	43,4	39,8	35,4	40,4	37,6
	%	64,1	84,6	100,0	91,7	81,6	93,1	86,6
	2	71,2	94,7	106,2	104,6	91,3	99,5	101,6
	%	67,0	89,2	100,0	98,5	86,0	93,7	95,7
Písčito- hlinitá	P 10	67,1	76,1	81,2	84,8	77,7	82,4	85,0
	%	82,6	93,7	100,0	104,4	95,7	101,5	104,7
	N 7	32,3	39,1	39,8	43,3	40,8	43,1	43,7
	%	81,2	98,2	100,0	108,8	102,5	108,3	109,8
	2	99,4	115,2	121,0	128,1	118,5	125,5	128,7
	%	82,1	95,2	100,0	105,9	97,9	103,7	106,4
Hlinitá	P 18	68,7	82,2	85,4	85,3	87,3	86,1	86,7
	%	80,4	96,3	100,0	99,9	102,2	100,8	101,5
	N 12	36,3	40,9	53,0	44,3	41,4	42,7	45,4
	%	68,5	77,2	100,0	83,6	78,1	80,6	85,7
	2	105,0	123,1	138,4	129,6	128,7	128,8	132,1
	%	75,9	88,9	100,0	93,6	93,0	93,1	95,4
Jílovito- hlinitá	P 13	54,2	69,9	72,9	77,3	73,6	74,9	77,4
	%	74,3	95,9	100,0	106,0	101,0	102,7	106,2
	N 12	25,7	35,0	31,7	32,2	34,2	32,7	34,0
	%	81,1	110,4	100,0	101,6	107,9	103,2	107,3
	2	79,9	104,9	104,6	109,5	107,8	107,6	111,4
	%	76,4	100,3	100,0	104,7	103,1	102,9	106,5
Jílovitá	P 2	65,2	77,6	82,8	75,7	73,2	73,8	73,4
	%	78,7	93,7	100,0	91,4	88,4	89,1	88,6
	N 2	38,8	43,6	41,3	40,2	40,2	40,8	39,8
	%	93,9	105,6	100,0	97,3	97,3	98,8	96,4
	2	104,0	121,2	124,1	115,9	113,4	114,6	113,2
	%	83,8	97,7	100,0	93,4	91,4	92,3	91,2

protože se zde silně uplatnily i další faktory charakteristické pro oblast pěstování bramborů.

Rozbor efektivnosti zapravení bezvodého čpavku podle lokalit byl sestaven na základě předpokladu, že lokalita je souborem ekologických podmínek panujících na určitém pracovišti a tím i reprezentantem daných typických poměrů.

Při rozboru vlastností půd a klimatických podmínek se však nepodařilo nalézt společné vlastnosti lokalit, které by vysvětlovaly pozorované odchylky v působení čpavku při různých termínech aplikace. Vyplývá z toho, že je třeba hledat obecnější ukazatele, které by byly charakteristické pro dobrou efektivnost zaorávky čpavku.

Při hodnocení podle výrobních oblastí byla pracovní hypotéza obdobná jako při třídění lokalit, rozpětí je však širší.

Ve srovnání s II. termínem aplikace čpavku (= 100 %) bylo dosaženo u I. termínu následujících výnosů:

výrobní oblast	přímé působení	přímé + následné působení
řepařská	96,1%	98,5%
kukuřičná	93,9%	95,8%
bramborářská	94,6%	94,8%

Celkové využití čpavku zaoraného v I. termínu je poměrně dobré v řepařské oblasti, slabší v kukuřičné výrobní oblasti a nejmenší v bramborářské oblasti. U přímého působení jsou účinky čpavku opět lepší v řepařské výrobní oblasti a horší v kukuřičné a bramborářské oblasti. Působení močoviny se až na malé výjimky vyrovnává účinkům čpavku zapraveného zjara.

Při hodnocení podle ročníků se projevilo, že rozdíly v účinnosti čpavku při různé aplikaci nastávaly u jednotlivých plodin v různých letech a že nelze některý ročník označit jako univerzálně nevhodný nebo příznivý pro zaorávání čpavku. Potvrzuje se nutnost detailní charakteristiky průběhu počasí.

Jedním z hlavních faktorů rozhodujících o působení čpavku při zaorávce je dostatek možností pro sorpci v půdě, která je zhruba dána půdním druhem (tabulka III). Výsledky hodnocení podle půdních druhů lze názorně uvést na příkladu přímého působení čpavku a močoviny aplikovaných v I. termínu ve srovnání s II. termínem (= 100 %):

	čpavek	močovina
půda hlinitopísčitá	92,4%	89,0%
písčitohlinitá	93,7%	95,7%
hlinitá	96,3%	102,2%
jílovitohlinitá	95,9%	101,0%
jílovitá	93,7%	88,4%

Ukazuje se, že závislost mezi efektivností zaorávky čpavku v I. termínu a půdním druhem rozhoduje o dosahovaných výnosech, přičemž optimum je u hlinitých a jílovitohlinitých půd. Obdobné tendence lze pozorovat u močoviny, kde je odlišnost efektivnosti při zaorávce v I. termínu ještě výraznější, zejména podstatnější snížení výnosu u jílovitých půd.

Hodnocení podle teploty půdy v době aplikace se týká jednoho z nejvýznamnějších stavů půdy, který je ukazatelem pravděpodobného průběhu nitrifikace dodaných hnojiv v půdě a tím i možností jejich ztrát vyplavením po nitrifikaci. Při hodnocení byly získané výnosové údaje přímého působení tříděny podle tří skupin půdní teploty — pod 6 °C, 6–10 °C a více než 10 °C. Zároveň bylo provedeno rozdělení podle půdních druhů.

Ve srovnání s výnosy dosaženými čpavkem ve II. termínu (= 100 %) byly u I. termínu dosaženy tyto relativní hodnoty:

	pod 6 °C	6–10 °C	nad 10 °C
lehká půda	—	—	92,4%
střední půda	—	98,3%	97,3%
těžká půda	—	104,7%	98,5%

Při srovnání skupin 6–10 °C a nad 10 °C pozorujeme, že efektivnost čpavku byla vždy větší, když byla teplota půdy nižší. Rozdíly nejsou veliké, avšak tendence je zřejmá.

Jako kritérium pro hodnocení podle množství srážek po aplikaci čpavku bylo zvoleno množství srážek v období říjen až duben; hranici pro hodnocení množství srážek tvoří desetiletý průměr v daném místě. Výnosy pokusů byly rozděleny na pokusy s větším a menším množstvím srážek, dále bylo provedeno třídění podle půdních druhů. Při srovnání výnosů dosažených při II. termínu (= 100 %) s výnosy při I. termínu docházíme k následujícím relacím:

	srážky větší	srážky menší
půda lehká	93,2%	89,9%*
půda střední	92,6%	95,5%
půda těžká	97,9%	99,6%

*) pouze jeden případ

Lehkou půdu nutno z hodnocení vyloučit pro malý počet případů. U střední a těžké půdy se jeví tendence, že v celkovém průměru je efektivnost zaorávky čpavku v I. termínu závislá na množství srážek, tj. při menších srážkách jsou výnosy větší o 2–3 %.

U močoviny tyto vztahy nebyly zjištěny, zdá se, že se silněji projevuje spíše půdní druh.

Stav vlhkosti půdy při zapravení N-hnojiv byl zvolen jako ukazatel vhodnosti půdy ke zpracování, tj. pro zaorávání čpavku. Při hodnocení vlhkosti půdy při I. termínu zaorávky i při II. termínu se však ukázalo, že není souvislost mezi zvolenými skupinami vlhkosti a dosahovanými výnosy. Projevilo se to jak při hnojení čpavkem, tak i při hnojení močovinou.

DISKUSE

Provedené experimentální práce navazují na výsledky obdobných pokusů provedených v letech 1962/1963–1967/1968, které se odlišovaly hlavně pozdějším termínem podzimního zaorání čpavku a nižší intenzitou dusíkatého hnojení. Získaných výsledků lze však využít pro srovnání a pro vzájemné propojení obou typů pokusů.

Při aplikaci v listopadu bylo dosaženo větší efektivnosti než při jarním zapravení. Umožňuje to doplnit představu o efektivnosti čpavku při postupných termínech podzimního zaorávky a s výhradou odlišných dávek dusíku sestavit řadu informující o vlivu termínu aplikace na dosahované výnosy. Při praktickém využití bude možno počítat s tím, že při aplikaci počátkem října dojde ve srovnání s jarní aplikací ke snížení výnosů o 5–6 %, při aplikaci v druhé polovině října zhruba o 3 % a při zaorání v listopadu budou výnosy po zaorávce čpavku vyrovnané s jarní aplikací, nebo ji předčí.

Oba typy pokusů potvrdily rozhodující vliv půdních druhů na efektivnost podzimního zaorávky čpavku. Při dřívějším termínu zaorání se prohlubují nepříznivé účinky, které vyvolává aplikace na nevhodném půdním druhu.

Dále je zajímavé, že efektivnost zaorávaného čpavku byla souhlasně v obou typech pokusů málo ovlivněna teplotou půdy v době aplikace a po ní — slabá tendence menších výnosů při vyšší teplotě se projevila pouze při aplikaci začátkem října. Obdobně tomu bylo i u množství srážek v zimním období po aplikaci čpavku, kde se projevila slabá tendence snížení výnosů pouze při větších srážkách následujících po zaorání počátkem října.

Na základě souhrnu poznatků o podzimní aplikaci bezvodého čpavku při orbě lze doporučit následující zásady pro využití v zemědělské výrobě:

1. Podzimní zaorávka čpavku k jarním kulturám je pro zemědělské podniky výhodná vzhledem k usnadnění organizace práce a zlevnění nákladů na hnojení. Využití tohoto způsobu aplikace čpavku nepřináší však ve všech půdně klimatických podmínkách stejné přínosy.

2. Při výzkumu termínu zaorávky čpavku bylo zjištěno, že v celkovém průměru nutno počítat se snížením výnosů plodin ve srovnání s jarní aplikací, když se doba zaorávky posunuje z listopadu na termíny od počátku října. Při intenzivním hnojení dusíkem dochází při zaorávce čpavku počátkem října ke snížení o 3 % a při zaorávce v listopadu již ke ztrátám nedochází.

3. Velikost ztrát vyvstálých při dřívější zaorávce čpavku se řídí hlavně půdně klimatickými podmínkami. Pro zaorávání čpavku není vhodná výrobní oblast bramborářská a lehké půdy, popř. jílovité půdy.

4. Ztráty vzniklé časnější zaorávkou čpavku lze omezit vhodnými plodinami a vhodnými sledy plodin. Čpavek zaoraný na podzim využívá dobře kukuřice na siláž i na zrno, nejvhodnější následnou plodinou je pšenice.

5. O době zaorávky čpavku je nutno rozhodovat podle místních podmínek, zejména podle dvou hledisek: zhodnotit předpokládanou ztrátu na výnosech na základě půdně klimatických a pěstebních podmínek a provozní náklady spolu s organizačními přednostmi získanými posunutím termínu; podle tohoto nutno posoudit, zda finanční a organizační výhody jsou významnější než předpokládá ztráta na výnosech.

Literatura

- BENDA P., DVOŘÁK M., TUŠL J., 1971, Influence of two different nitrogen fertilizers on amino acids and minerals of sugar-beet pulp. *J. Sci. Fd. Agric.* 22 : 221-222.
- BURG P. F. J., 1970, Ammoniakinjectie als methode van stickstoffbemesting. *Stickstof* 6 : 127-132.
- , SCHEPERS J. H., 1972, Ammoniakinjectie als methode van stickstoffbemesting. *Stickstof* 6 : 416-417.
- DRAYCOTT A. P., HOLLIDAY R., 1970, Comparisons of liquid and solid fertilizers and anhydrous ammonia for sugar beet. *J. Agric. Sci.* 74 : 139-145.
- EAGLE D. J., 1971, Field experiments with anhydrous ammonia. *J. Soil Fd. Agric.* 22 : 209-214.
- EID M. T., 1972, Anhydrous ammonia for field crops. Cairo, Fertilizer Found Foundation.
- GEISLER G., GUTZMANN M., 1970, Pflanzenbauliche Untersuchungen zur Verwendung von NH_3 als Stickstoffdünger bei Mais. *Z. Acker- u. Pflbau* 131 : 226-232.
- JÜRGENS G., 1970, Vergleichende Untersuchungen über die Wirkung von wasserfreiem Ammoniak, Stickstoff-Lösungen und Stickstoff-Salzdüngemitteln. Disertační práce, J. Liebig — Universität Giessen.
- KÄMPFE K., 1971, Acker- und pflanzenbauliche Normative für die NH_3 — Flüssigdüngung. Disertační práce v Ústavu pro minerální hnojení v Lipsku.
- LJACH V. M., 1973, Podvižnosť i nitrifikacija raznych form ammiacnych udobrenij pri lentočnom ich vnesenii na karbonatnych počvach. *Agrochimija* 2 : 19-27.
- MÁRTON Á., 1971, Vizmentes és vizesammónia trágyahatásának vizsgálat a gyök-gumós növényekkel. *Novénytermelés* 20 : 67-73.

- MATVIJENKO V. F., 1970, Izučeniej efektivity bezvodnogo ammoniaka na posevach kukuruzy. Chim. sel. Choz. 8 : 19-22.
- NĚMEC A., 1971, Podzimní aplikace bezvodého čpavku k jarním kulturám. Praha, ČSAZ ÚVTI, Metodiky pro zavádění výsledků do praxe, č. 19.
- , 1972, Hnojení bezvodým čpavkem při podzimní orbě. Úroda 20 : 381-382.
- , VOPĚNKA L., 1973, Rozptyl bezvodého čpavku v půdě a jeho změny. Část II. Rozptyl při aplikaci čpavkovačem Amin a adaptovaným pluhem. Rostlinná výroba 19 : 477-484.
- , 1973, Začlenění podzimní aplikace bezvodého čpavku do soustavy zásobního hnojení. Rostlinná výroba 19 : 703-712.
- SILAR J., 1972, Technicko-ekonomické přednosti bezvodého čpavku v lince hnojení dusíkem. Zeměd. techn. 18 : 575-582.
- TRUKSA J., 1970, Vhodnost bezvodého čpavku a iných dusíkatých hnojív pod kukuricu v závislosti od klimatických a pestovateľských podmienok. Ved. Práce Výsk. Úst. Kukurice Trnava 5 : 87-99.
- , 1971, Zistenie možnosti jesennej aplikácie bezvodého čpavku pre jarné kultúry — kukurica na zrno. Výskumná práca Výskumného ústavu kukurice Trnava.
- VANĚK J., 1970, Vliv některých forem a dávek dusíku na výnosy ozimé pšenice při přímém setí zrna do ulehle půdy bez orby. Rostlinná výroba 16 : 339-346.
- VOPĚNKA L., NĚMEC A., 1972, Způsoby šíření a poutání bezvodého čpavku v půdě. Úroda 20 : 425-426.

Došlo dne 2. 2. 1974

NĚMEC A. (Ústav výživy rostlin, Praha - Ruzyně). *Efektivnost podzimní zaorávky bezvodého čpavku při intenzivním dusíkatém hnojení*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 617-627, 1974.

V návaznosti na dřívější kladné výsledky s listopadovým zaoráváním bezvodého čpavku pro jarní plodiny při nižší intenzitě hnojení byly v letech 1967—1972 provedeny na 11 lokalitách ve výrobní oblasti řepařské, kukuřičné a bramborářské přesné polní pokusy, ve kterých se při intenzitě dusíkatého hnojení 160—200 kg/ha N srovnávala efektivnost čpavku při různém termínu aplikace; kontrolním hnojením byla močovina. Přímé působení čpavku bylo sledováno u cukrovky, kukuřice na siláž a na zrno a u brambor, následné působení u následných obilnin. Čpavek byl zaoráván počátkem října (I. termín) a koncem října (II. termín) speciálně adaptovaným pluhem, zjara byl zapraven před setím čpavkovačem Amin. Ukázalo se, že v celkovém průměru je nutno při posunutí termínu zaorávání čpavku z listopadu na říjen počítat se zmenšenou efektivností. Při srovnání s výnosy dosaženými při jarním čpavkovaní dochází při aplikaci počátkem října ke zmenšení výnosů o 5—6 % a při aplikaci koncem října zhruba o 3 %. Na dřívější termín zaorávky čpavku byla přitom nejméně citlivá kukuřice, z následných plodin využívala reziduální dusík pšenice lépe než ječmen. Jedním z nejdůležitějších faktorů rozhodujících o efektivnosti zaorávaného čpavku je zrnitostní složení půdy; u půd hlinitopísčitých a písčitohlinitých, popří. jílovitých došlo ke snížení výnosů při dřívějších termínech aplikace výrazněji než u středních a těžších půd. Vliv teploty půdy v době aplikace a množství srážek v období vegetačního klidu se projevil pouze v omezeném měřítku. Na základě získaných údajů byly doporučeny podmínky, kdy lze tohoto způsobu hnojení využít v praxi.

kapalná hnojiva; bezvodý čpavek; zaorávání čpavku ke hnojení; vysoká intenzita dusíkatého hnojení

НЕМЕЦ А. (Научно-исследовательский институт растениеводства Институт питания растений, Прага-Рузыне). *Эффективность осеннего запахивания безводного аммиака при интенсивном азотном удобрении*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 617-627, 1974.

Исходя из положительных результатов ноябрьского запахивания безводного аммиака под весенние культуры при низкой интенсивности удобрения в 1967—1972 гг. в 11 местах производственных областей: свекловичной, кукурузной и картофельной, — производились точные полевые опыты, в которых при интенсивности азотного удобрения 160—200 кг/га азота сравнивалась эффективность аммиака в разные сроки применения; контрольным удобрением была мочевина. Прямое действие аммиака изучалось у сахарной свеклы, кукурузы на силос и на зерно и у картофеля, остаточное действие у следующих за ними зерновых

культур. Аммиак запахивался в начале октября (I срок) и в конце октября (II срок) специально приспособленным для этой цели плугом, весной перед севом аммиак вносился в почву аммонизатором Амин. Оказалось, что в общем при перенесении термина запахивания аммиака с ноября на октябрь необходимо считаться с уменьшением эффективности. При сравнении с урожаями, достигнутыми при весенней аммонизации, при внесении аммонийных удобрений в начале октября урожаи понизились на 5—6 %, а при внесении в конце октября — примерно на 3 %. К более раннему сроку запахивания аммиака наименее чувствительна была кукуруза, из следующих за ней культур остаточное действие азота лучше использовала пшеница, чем ячмень. Одним из важных факторов, определяющих эффективность запахиваемого аммиака, является гранулярный состав почвы; в суглинке и в супесчаном грунте, а также в илистых почвах наблюдалось понижение урожаев при ранних сроках применения более достоверно, чем в средних и тяжелых почвах. Влияние температуры почвы в период внесения и количество осадков в период вегетационного покоя проявилось только в ограниченной степени. На основе полученных данных были рекомендованы условия, когда этот способ удобрения можно использовать на практике. жидкие удобрения; безводный аммиак; внесение аммиака с целью удобрения; высокая интенсивность азотного удобрения

Adresa autora:

Ing. Adolf Němec, Ústav výživy rostlin VÚRV, 161 06 Praha - Ruzyně

Výběr z nových přírůstků
Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTI
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 hod. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

Wesselius, J. C. — Brouwer, R. D 28.142/72/33
Influence of water stress on photosynthesis, respiration and leaf growth of Zea mais L. Wageningen, Landbouwhogeschool 1972. 15 s. 11 obr. 2 tab. Mededelingen 72/33. (Kukuřice — fysiologie — sucho — vliv — výzkum — Holandsko)

Zweifler, E. — Hinterholzer, J. C 18.656/195
Körnermais-Sortenversuche 1972. Wien, Bundesanstalt f. Pflanzenbau und Samenprüfung 1973. 34 s. tab. Versuchsergebnisse 195. (Kukuřice — odrůdové pokusy — Rakousko — 1972)

Späth, H. — R. D 35.181/207
Vergleich verschiedener Einfachkreuzungen als Komplementärmaterial für ein Hybridzuchtprogramm bei Mais. Diss. d. Universität Hohenheim. Hohenheim, Lehrstuhl für angewandte Genetik und Pflanzenzüchtung 1973. 61 s. tab. (Kukuřice — křížení — výzkum — NSR — disertační práce)

Filipescu, H. — Pop, I. C 21.022/1972/724
Noi forme de porumb cu proteina de calitate superioara. București, CIDAS 1972. 63 s. obr. tab. Sinteza 724. (Kukuřice — bílkoviny — obsah — zvýšení — studijní zpráva — Rumunsko)

Taheri-Amlaschi, G. — R. E 33.351/323
Optimaler Zeitpunkt der Beregnung bei Mais unter Berücksichtigung der Düngung. Inaug. Diss. d. Justus Liebig-Universität Giessen. Giessen, Inst. für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung 1972. 163 s. obr. tab. (Kukuřice — zavlažování — hnojení — vztahy — výzkum — NSR — disertační práce)

ÚČINNOST HLAVNÍCH FOSFOREČNÝCH SLOUČENIN OBSAŽENÝCH V KOMBINOVANÝCH HNOJIVECH

V. HOMOLA, J. NEUBERG

HOMOLA V., NEUBERG J. (Institute of Plant Nutrition, Praha). *The Effectiveness of the Principal Phosphoric Compounds Contained in Combined Fertilizers*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 629-640, 1974.

The investigation of the effectiveness was carried out in two two-year pot experiments with the application of acid brown podzolic soil and, furthermore, of siliceous sand with a supplement of neutral brown earth. As test crops served summer wheat and oats. The tested compounds were mixed with the whole substrate both in the form of dust with granules of up to 0.25 mm and in the form of granules of a diameter of 2—4 mm in a higher and smaller dose. On the basis of the increases of the total dry matter and grain caused by the phosphorus in the average of both experiments the following descending order of effectiveness was determined for both granularity groups: MCP — monocalciumphosphate, DCPD — dicalciumphosphate dihydrate, DCPA — dicalciumphosphate anhydrite, and HA — hydroxylapatite. Compared with MCP the following effectiveness was obtained with the granulated form: DCPD 82 p. c., DCPA 58 p. c., and HA 50 p. c. The effectiveness of the compounds in the form of powder increased by approximately 17 p. c. In the experiment carried out with sand and with compounds in granules significant differences were obtained in the forming of dry substance and also in the P content in the plants, which was shown by the conversion of P as follows: MCP 19.6 p. c., DCPD 10.7 p. c., DCPA 4.7 p. c., and HA 1.4 p. c.

pot experiments; combined fertilizers; phosphoric compounds; granularity

Na rozdíl od superfosfátu, ve kterém je účinnou sloučeninou monokalciumfosfát, nalézáme v kombinovaných hnojivech typu nitrofoska zejména monoamoniumfosfát, bezvodý dikalciumfosfát a různé formy amorfních a jemně krystalických apatitů (Lakota 1964, Ando a kol. 1965, 1968, Slack 1967). V některých druzích se vyskytují též v menším množství další fosforečné sloučeniny, z nichž nejdůležitější jsou diamoniumfosfát a dikalciumfosfát dihydrát (Slack 1967).

Monoamoniumfosfát je stejně jako monokalciumfosfát plně rozpustný ve vodě a jeho obsah určuje prakticky vodorozpustný podíl fosforečné složky kombinovaných hnojiv. Dikalciumfosfáty jsou rozpustné v alkalickém citranu amonném (Petrmannův roztok), přičemž se předpokládá vyšší rozpustnost hydratovaného než bezvodého dikalciumfosfátu (Gillian, Wright 1964, Duchoň, Laník 1936). Apatity se rozpouštějí již ve 2% kyselině citronové.

Nejčastěji se z apatitových sloučenin vyskytuje v nitrofoskách hydroxylapatit (Terman, Lancaster 1965, Homola, Neuberg 1967), avšak připouští se i výskyt fluoroapatitu (Slack 1967). Apatitové sloučeniny tvoří v nitrosulfátových hnojivech podle stupně vodorozpustnosti 8—25% (Ando, Lehr 1968) a u nitrokarbonátových výrobků vysoký, například až 84% podíl (Homola, Neuberg 1967) z celkového množství fosforu.

Chemické složení fosforečné složky a velikost granulí kombinovaných hnojiv patří mezi nejdůležitější faktory, které podstatně ovlivňují jejich výnosový efekt (Neuberg, Homola 1962, Tisdale, Rucker 1964, Bixby, Burns 1967). Z tohoto důvodu a vzhledem ke kolísání množství apatitových forem ve stejném výrobku se pozornost zemědělského výzkumu zaměřila na zjištění přijatelnosti fosfátiontů z jednotlivých fosforečných sloučenin a na význam jejich zrnitosti.

Duchoň (1948) hodnotí dikalciumfosfátová hnojiva jako univerzální hnojiva fosforečná, která se svými účinky blíží nejvíce superfosfátu. Na základě mnoha pokusů stanovil jejich relativní účinnost s výhradou druhů rostlin ve výši 90–95 % vzhledem k superfosfátu.

Terman a kol. (1958) zjistil v nádobových pokusech, že dikalciumfosfát dihydrát a dále anhydrit jsou rostlinám nejpřístupnější a vykazují při nejvyšším příjmu fosforu nejvyšší výnosy; jenom na půdách s alkalickou reakcí poskytl lepší výsledky monokalciumfosfát. Hydroxylapatit se projevil jako forma rostlinám nejméně přijatelná.

Gunnarsson (1959) srovnával v nádobových pokusech se zeminami s pH 4,6 a 6,9 využitelnost fosforu z mono- a dikalciumfosfátu anhydritu. Na zemině s kyselou reakcí zjistil u obou sloučenin využití P kolem 31 % a v neutrálním půdním prostředí 55 % u monokalciumfosfátu a 43 % u bezvodého dikalciumfosfátu.

Bouldin a kol. (1960) zkoumal vliv velikosti granulí různého složení, vyrobených z dikalcium- a monoamoniumfosfátu. Reakce rostlin byla závislá na velikosti granulí, na jejich povrchu a na obsahu monoamoniumfosfátu. Z průměru dvou půd stanovil tyto koeficienty účinnosti: dikalciumfosfát bezvodý 43, d. dihydrát 100, monoamoniumfosfát 410, granule s 10% monoamoniumfosfátu 75 a s 50% 264.

Na základě pokusů v růstové komoře s ovsem stanovili Beaton a Read (1961) následující pořadí fosforečných sloučenin: 1) monoamoniumfosfát, 2) diamoniumfosfát, 3) monokalciumfosfát, 4) dikalciumfosfát dihydrát, 5) dikalciumfosfát anhydrit.

Na vápenaté půdě zjistili Beaton a kol. (1962) vliv fosforečných sloučenin na obsah fosforu v nadzemní a podzemní hmotě vojtěšky v tomto sestupném pořadí: 1) monokalciumfosfát, 2) amonný polyfosfát, 3) monoamoniumfosfát, 4) metafosfát vápenatý, 5) dikalciumfosfát anhydrit, 6) hydroxylapatit.

Jung (1967) shrnul výsledky z 85 srovnávacích pokusů s ovsem provedených v Limburgerhofu a konstatoval, že za vysoké reakce ovsa na fosfor dosahovala účinnost dikalciumfosfátu 96 % ve srovnání s monokalciumfosfátem.

Jedlička a Neuberg (1970) z víceletých nádobových a polních pokusů učinili závěr, že dikalciumfosfát je nejvíce účinným ve druhém roce s pozvolna klesajícím reziduálním efektem. V kyselém půdním prostředí reagoval obdobně jako monokalciumfosfát. Hydroxylapatit vykázal v nádobových pokusech nízkou přímou účinnost a vyšší následné působení, které však bylo i na kyselé půdě nižší intenzity než z dikalciumfosfátu dihydrátu.

Závislosti mezi účinností fosforu z fosforečných hnojiv, velikostí částic a půdními vlastnostmi se zabývali Terman (1958, 1961), Peterburgskij (1961), Van Burg (1963) aj. Dosažené poznatky shrnuli Tisdale a Rucker (1964) následovně: Nejlepší výsledky s P sloučeninami nerozpustnými ve vodě jsou dosahovány při jejich aplikaci v práškové formě bez ohledu na půdní reakci. Vodorozpustné sloučeniny dávají na kyselých půdách nejvyšší výnosy tehdy, když jsou granulované, avšak na zásaditých půdách je nejlepší prášková forma.

Za účelem vyšetření vlivu jednotlivých druhů fosforečných sloučenin na agronomickou hodnotu tuzemských kombinovaných hnojiv byly založeny v letech 1961 a 1962 v Ústavu výživy rostlin v Praze-Ružyni dva dvouleté nádobové pokusy s použitím sloučenin jak ve formě práškové, tak granulované.

MATERIÁL A METODY

Testace se prováděla ve vegetačních nádobách podle Mitscherlicha se 6 kg směsi zeminy a křemičitého písku.

Údaje o použitých půdách, pěstovaných plodinách a dávkách živin:

		Pokus A (1961—62)	Pokus B (1962—63)
genetický typ půdy		hnědá půda	hnědá půda
a místo odběru		podzolovaná z Aše	z Benešova
pH/KCl		3,9	6,7
obsah P podle Eg. mg/1 kg p.		35,9	18,9
obsah K podle Sch. mg/1 kg p.		104	163
poměr zeminy a písku		1 : 1	1 : 5
plodina	1. rok	oves, Rychlík	j. pšenice, Ruzyň. II
a odrůda	2. rok	j. pšenice, Ruzyň. II	oves, Český žlutý
dávka P v mg na nádobu		132 a 264	176 a 352
dávka N a K	1. plodina	900 N, 1162 K	900 N, 1162 K
v mg/nádobu	2. plodina	800 N, 1245 K	800 N, 1245 K

Varianty pokusu (shodné pro oba pokusy):

1. N + K — (roztok NH_4NO_3 a KCl),
2. N + K + SF — superfosfát v prášku (9,9 % veškeré, 9,3 % vodorozp. P),
3. N + K + MKF — monokalciumfosfát (24,9 % veškeré P),
4. N + K + DKFA — dikalciumfosfát anhydrit (22,9 % veškeré P),
5. N + K + DKFD — dikalciumfosfát dihydrát (18,3 % veškeré P),
6. N + K + HA — hydroxylapatit (18,3 % veškeré P).

Varianty č. 3 až 6 byly v pokusech zařazeny s P sloučeninami v práškové formě (s velikostí zrn do 0,25 mm) a v granulích o rozměru 2—4 mm a dále v nižší a vyšší dávce P, při které poměr živin N : P : K činil u první plodiny 1 : 0,3 : 1,3 v pokusu A a 1 : 0,4 : 1,3 v pokusu B. Bezvodý dikalciumfosfát a hydroxylapatit byl připraven ve VÚAnCh v Ústí n. L. a granule všech P sloučenin byly zhotoveny v laboratoři ÚVR v Praze — Ruzyni za použití přídatku destilované vody.

Sklizeň plodin se prováděla v plné zralosti zrna kromě ova v pokusu A, který byl sklizen na počátku metání na zelenou hmotu vzhledem k výsevu 10. 8. 1961. Obsah N, P, K, Ca, Na se stanovil v nadzemních částech rostlin podle metody Koppová — Pírk — Kalina (1955). Statistické zhodnocení výnosu celkové suché hmoty, zrna a slámy bylo provedeno metodou analýzy rozptylu při jednoduchém třídění a vyhodnoceno F testem.

VÝSLEDKY

VÝNOSOVÝ EFEKT

Dosažené výsledky v průměru obou dávek fosforu jsou uvedeny v tabulkách I, II, V a přírůstky výnosu zrna na dodaný fosfor (kromě suché hmoty ova v pokusu A) v obou dávkách jsou patrné z grafů 1 až 4. Za standardní sloučeninu byl vztat monokalciumfosfát, ke kterému se srovnávala účinnost ostatních testovaných sloučenin.

Rozdíly vlivů použitých zemín se projeví zejména při vnesení nižších dávek P na nádobu. Na kyselé zemině z Aše (graf 1) lze sledovat závislost výše přírůstků na výši dávky P u všech ve vodě nerozpustných sloučenin v obou zrnitostních skupinách, avšak u monokalciumfosfátu pouze u práškové formy. Poloviční dávkou aplikovanou v gra-

nulích se dosáhlo dokonce vyššího přírůstku výnosu než dávkou plnou. V následném působení (graf 2) se snížená dávka P v práškové formě na tvorbě výnosů vůbec neuplatnila kromě hydratovaného dikalciumfosfátu. Naproti tomu s granulami byly získány v obou dávkách většinou vyšší přírůstky výnosů zrna než s práškovou formou.

V pokusu B s použitím písku s přidavkem neutrální půdy (grafy 3, 4) se projeví rozdíly oproti pokusu A hlavně v následném působení, ve kterém se dosáhlo ve všech případech přírůstku výnosu.

Z výnosových výsledků, uvedených v průměru obou dávek fosforu v tab. I, II, V je patrné, že ve většině ukazatelů se dosáhlo následující vzestupné pořadí účinnosti testovaných sloučenin jak v práškové, tak v granulované formě: hydroxylapatit, dikalciumfosfát anhydrit a dihydrát a monokalciumfosfát. Výjimkou z tohoto pořadí je v pokusu A zejména dosažení vyššího přírůstku výnosu u práškové formy hydroxylapatitu než u bez-

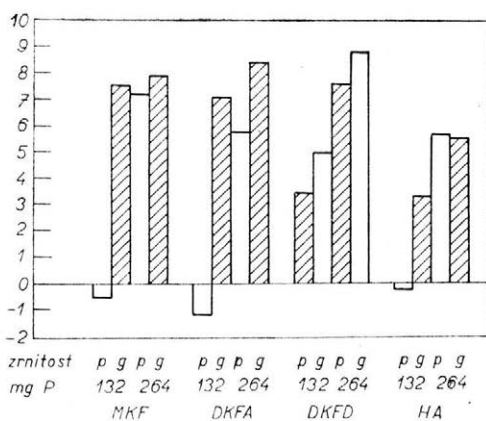
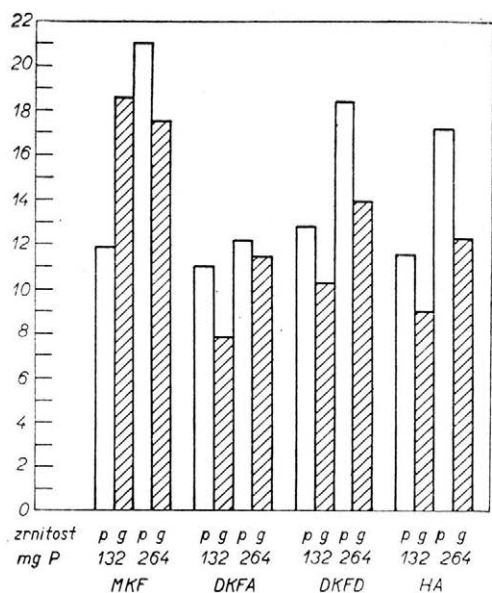
I. Vliv fosforečných sloučenin na výnosy a tvorbu přírůstku výnosu u ovsa a jejich následné působení u jarní pšenice v nádobovém pokusu na zemině z Aše v r. 1961 a 1962. Průměrné výsledky dávek 132 a 264 mg P/nád. — The effect of phosphoric compounds on yields and on the forming of gains of the yield of oats, and their consequent acting in summer wheat in a pot experiment carried out with earth from Aš in 1961 and 1962. The average results obtained with doses of 132 and 264 mg of P per pot.

		Varianty hnojení									
		roz- tok	prášek (do 0,25 mm)					granule (2—4 mm)			
			NK	MKF	DKFA	DKFD	HA	MKF	DKFA	DKFD	HA
Oves na zelenou hmotu											
Výnos suché hmoty	g/nád.	31,0	47,4	42,6	46,6	45,4	49,0	40,6 ⁺	43,1 ⁺	41,6 ⁺	
Přírůstek suché hmoty na dodaný fosfor	g	—	16,4	11,6	15,6	14,4	18,0	9,6	12,1	10,6	
	%	—	100,0	70,7	95,1	87,8	100,0	53,3	67,2	58,8	
Jarní pšenice											
Výnos	zrno	10,0	13,2	12,3	15,4	12,8	17,7	17,7	16,9	14,4 ⁺	
g/nád.	sláma	23,0	28,2	26,0	28,7	25,6	30,3	27,6	30,5	26,6 ⁺	
Přírůstek zrna na dodaný fosfor	g	—	3,2	2,3	5,4	2,8	7,7	7,7	6,9	4,4	
	%	—	100,0	71,8	168,8	87,5	100,0	100,0	89,6	57,1	
Průměr obou plodin											
Výnos suché hmoty	g/nád.	32,0	44,4	40,4	45,4	41,9	48,5	43,0	45,2	41,3 ⁺	
Přírůstek suché hmoty na dodaný fosfor	g	—	12,4	8,4	13,4	9,9	16,5	11,0	13,2	9,3	
	%	—	100,0	67,7	108,1	79,8	100,0	66,6	80,0	56,4	

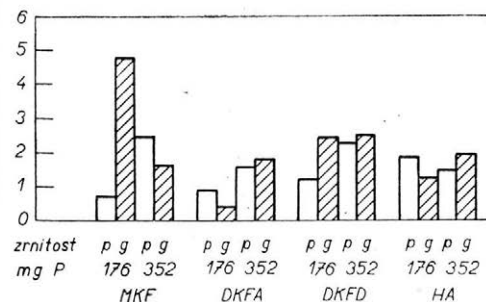
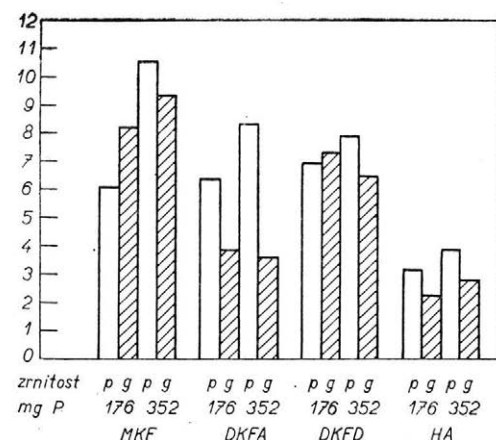
Poznámka: MKF — monokalciumfosfát
 DKFA — dikalciumfosfát anhydrit
 DKFD — dikalciumfosfát dihydrát
 HA — hydroxylapatit
 + — statisticky průkazné rozdíly oproti variantě s MKF při $P = 0,05$

vodého dikalciumfosfátu a zároveň vyššího celkového působení hydratovaného dikalciumfosfátu než standardu v důsledku vysokého následného efektu.

V obou pokusech se ukázal značný negativní vliv granulace na P sloučeniny ve vodě nerozpustné, jejichž účinnost byla téměř ve všech případech nižší než v práškové formě. Naproti tomu u monokalciumfosfátu se dosáhlo jeho zgranulováním na kyselé půdě z Aše zvýšení přírůstku suché hmoty na dodaný fosfor o 33 %.



1.—2. Vliv zrnitosti a dávky fosforečných sloučenin na přírůstek výnosu suché hmoty na dodaný fosfor v g/nád. u ovsa a na přírůstek zrna u následné jarní pšenice na zemině z Aše. — Effect of granularity and of the dosis of phosphoric compounds on yields increment of dry matter per delivered phosphorus in g/pot in oats and on grain increment in following summer wheat on soil from Aš



3.—4. Vliv zrnitosti a dávky fosforečných sloučenin na přírůstek zrna na dodaný fosfor v g/nád. u jarní pšenice a u následného ovsa na písku. — Effect of granularity and of the dosis of phosphoric compounds on grain increment per delivered phosphorus in g/pot in summer wheat and in following oats on sand

II. Vliv fosforečných sloučenin na výnosy a tvorbu přírůstků výnosu u jarní pšenice a jejich následné působení u ovsa v nádobovém pokusu na písku v r. 1962 a 1963. Průměrné výsledky dávek 176 a 352 mg P/nád. — The effect of phosphoric compounds on the yields and on the forming of yield grains in summer wheat, and their consequent acting in oats in a pot experiment carried out with sand in 1962 and 1963. The average results obtained with doses of 176 and 352 mg of P per pot.

		Varianty hnojení									
		roz- tok	prášek (do 0,25 mm)					granule (2—4 mm)			
			NK	MKF	DKFA	DKFD	HA	MKF	DKFA	DKFD	HA
Jarní pšenice											
Výnos	zrno	23,5	31,3	30,6	30,6	27,0 ⁺	32,3	27,3 ⁺	30,4	26,1 ⁺	
g/nád.	sláma	47,2	51,0	50,5	50,2	48,7	50,2	49,0	50,6	48,7	
Přírůstek zrna	g	—	8,3	7,4	7,5	3,5	8,8	5,0	6,9	2,5	
na dodaný fosfor	%	—	100,0	89,2	90,4	42,2	100,0	56,8	78,4	28,4	
Oves											
Výnos	zrno	16,9	18,5	18,1	18,6	18,5	20,1	18,0	19,3	18,5	
g/nád.	sláma	12,9	15,5	14,4	14,8	14,3	15,0	13,3 ⁺	14,4	13,6	
Přírůstek zrna	g	—	1,6	1,2	1,7	1,7	3,2	1,1	2,4	1,6	
na dodaný fosfor	%	—	100,0	75,0	106,5	106,5	100,0	34,4	75,0	50,0	
Průměr obou plodin											
Výnos suché hmoty	g/nád.	50,2	58,2	56,8	57,1	54,2	58,8	53,8 ⁺	57,4	53,4 ⁺	
Přírůstek suché hmoty na dodaný fosfor	g	—	8,0	6,6	6,9	4,0	8,6	3,6	7,2	3,2	
	%	—	100,0	82,5	86,2	50,0	100,0	41,9	83,7	37,2	

V pokusu B se oproti pokusu A dosáhlo zejména při přímém působení podstatně nižší účinnosti hydroxylapatitu v obou zrnitostních skupinách a v granulích též bezvodého dikalciumfosfátu než monokalciumfosfátu.

V průměru obou pokusů (tab. V) byla zjištěna ve srovnání se standardem nejnižší účinnost u hydroxylapatitu. V granulované formě se účinnost snížila o 50,4 % a v práškové o 33,4 %. Rozdíly ve výnosech byly většinou statisticky průkazné.

Značně nižší účinnost oproti monokalciumfosfátu byla též dosažena u bezvodého dikalciumfosfátu, a to o 41,6 % u granulované a o 26,5 % u práškové formy. Snížení výnosů bylo většinou statisticky průkazné u granulované formy.

Dikalciumfosfát dihydrát v práškové formě se ve svých účincích nejvíce přiblížil monokalciumfosfátu (snížení pouze o 1 %), zatímco v granulované formě byla jeho účinnost o 18,4 % nižší.

Výnosový efekt práškového superfosfátu se vyrovnal téměř monokalciumfosfátu (snížení výnosu suché hmoty o 2 %).

III. Koncentrace P a poměr N:P v nadzemních částech rostlin v nádobovém pokusu na zemině z Aše (A) a na písku (B). — Concentration of P and the N:P ratio in the aboveground parts of the plants in the pot experiment carried out with earth from Aš (A) and on sand (B)

Ukazatel	Pokus	Plodina Pokus odběru Produkt	Varianty hnojení									
			roz- tok	prášek (do 25 mm)					granule (2—4 mm)			
			NK	MKF	DKFA	DKFD	HA	MKF	DKFA	DKFD	HA	
Koncen- trace P (v mg/ /100 g sušiny)	A	Oves — metání ⁺	118	140,5	135,5	147,0	131,0	144,0	141,5	133,0	132,5	
	A	Pšenice j. — odnožování	170	170	170	160	170	180	170	160	170	
	A	Pšenice j. — sklizeň, sláma	24	24	24	21	26	38	27	23	21	
	B	Pšenice j. — odnožování	112	216	228	230	119	214	157	182	120	
	B	Pšenice j. — sklizeň, zrno	279	399	343	334	290	371	337	314	261	
	B	Oves — sklizeň, sláma	30	44	30	38	41	53	31	37	37	
Poměr N : P (N = = 100)	A	Oves — metání ⁺	5,3	7,1	7,0	7,8	6,4	8,0	6,8	6,9	6,6	
	A	Pšenice j. — odnožování	4,8	6,5	5,5	5,2	5,4	6,3	6,0	5,3	4,7	
	B	Pšenice j. — odnožování	5,1	9,6	9,8	10,4	5,2	8,9	7,1	7,8	5,5	
	B	Pšenice j. — sklizeň, zrno	11,7	18,7	15,6	14,8	11,8	17,3	12,4	14,1	10,5	

Poznámka: + Oves na zelenou hmotu byl sklizen v období počátku metání

KONCENTRACE P V ROSTLINÁCH A ODBĚR A VYUŽITÍ DODANÉHO FOSFORU

Ve většině provedených rozborů nadzemních částí rostlin byla zjištěna nejnižší koncentrace P po vnesení hydroxylapatitu, přičemž se rozdíl ve velikosti částic projevil zřetelněji hlavně v pokusu B (tab. III). Přibližně stejná koncentrace P v rostlinách se našla u obou forem dikalciumfosfátů v práškové formě a u monokalciumfosfátu, avšak u obou dikalciumfosfátů v granulích byla ve většině případů nižší než u standardu. V poměru N : P lze zjistit obdobné tendence jako u koncentrace P v rostlinách.

Nižší obsah P v rostlinách hnojených hydroxylapatitem se promítl jak do sníženého odběru P celkovým výnosem, tak do odběru P z dodaného hnojiva, které bylo obzvláště nízké u granulované formy v pokusu B (tab. IV). V tomto pokusu se velmi výrazně projeví rozdíly mezi jednotlivými sloučeninami v granulích jak v odběru, tak ve využití P z dodaných hnojiv, které u hydroxylapatitu činilo pouze 1,4 %, u dikalciumfosfátu

IV. Odběr a využití fosforu z dodaných fosforečných sloučenin v nádobovém pokusu na zemině z Aše (A) a na písku (B). — The intake and conversion of phosphorus of the supplied phosphoric compounds in a pot experiment carried out with earth from Aš (A) and on sand (B)

Ukazatel	Pokus	Plodina Období odběru Produkt	Varianty hnojení								
			roz- tok	prášek (do 25 mm)				granule (2—4 mm)			
			NK	MKF	DKFA	DKFD	HA	MKF	DKFA	DKFD	HA
Odběr P v mg/ /nád. výnosem	A	Oves — metání	33,2	59,8	51,9	61,1	53,4	63,0	51,6	51,9	49,4
	A	Pšenice j. — sklizeň, sláma	5,2	6,5	5,9	5,6	6,0	10,6	6,7	6,2	5,2
	B	Pšenice j. — sklizeň, zrno	58,6	113,2	94,9	92,7	70,0	107,0	70,9	85,5	60,6
	B	Oves — sklizeň, sláma	3,5	6,1	3,9	4,9	5,3	7,0	3,7	4,8	5,1
Odběr P v mg/ /nád. z P slouče- nin	A	Oves — metání	—	26,6	18,7	27,9	20,1	29,8	18,4	18,7	16,2
	A	Pšenice j. — sklizeň, sláma	—	1,3	0,7	0,4	0,8	5,4	1,5	1,0	0,0
	A	Celkem	—	27,9	19,4	28,3	20,9	35,2	19,9	19,7	16,2
	B	Pšenice j. — sklizeň, zrno	—	54,5	36,3	34,0	11,4	48,4	12,3	26,9	2,0
	B	Oves — sklizeň, sláma	—	2,6	0,4	1,2	1,8	3,5	0,2	1,3	1,6
	B	Celkem	—	57,1	36,7	35,2	13,2	51,9	12,5	28,2	3,6
Využití P v % z doda- ných P slouče- nin ⁺	A	Oves — metání	—	13,4	9,4	14,1	10,2	15,0	9,3	9,4	8,2
	A	Celkem	—	14,1	9,8	14,3	10,6	17,8	10,0	9,9	8,2
	B	Pšenice j. — sklizeň, zrno	—	20,6	13,8	12,9	4,3	18,3	4,6	10,2	0,8
	B	Celkem	—	21,6	13,9	13,3	5,0	19,6	4,7	10,7	1,4

Poznámka: + V pokusu A bylo dodáno v průměru obou dávek 198 mg P a v pokusu B 264 mg P. Využití P je pouze částečné vzhledem k chybějícím analýzám některých produktů.

bezvodého 4,7 % a u hydratovaného 10,7 % a u monokalciumfosfátu 19,6 %. V pokusu A se dosáhlo vyrovnanějšího a vyššího využití P ze všech sloučenin nerozpustných ve vodě než v pokusu B, kde byl naopak P z monokalciumfosfátu využíván více než v pokusu A. Průměrné využití P z obou pokusů je v souladu s pořadím sloučenin uvedeným při hodnocení jejich účinnosti a potvrzuje jej pro obě zrnitostní skupiny. Zároveň ukazuje velmi nízkou využitelnost P z hydroxylapatitu v práškové i granulované formě a dikalciumfosfátu anhydritu v granulích (tab. V).

V. Výnos suché hmoty, přírůstky výnosu, odběr a využití fosforu z fosforečných sloučenin z obou nádobových pokusů (A a B). — The yield of dry substance, yield grains, the intake and conversion of phosphorus of the phosphoric compounds in both pot experiments (A and B)

		Varianty hnojení									
		roz- tok	prášek (do 0,25 mm)					granule (2—4 mm)			
			NK	MKF	DKFA	DKFD	HA	MKF	DKFA	DKFD	HA
Průměrný výnos suché hmoty		41,1	51,3	48,6	51,2	48,0	53,6	48,4	51,3	47,3	
Přírůstek suché hmoty na dodaný fosfor	g	—	10,2	7,5	10,1	6,9	12,5	7,3	10,2	6,2	
	%	—	100,0	73,5	99,0	67,6	100,0	58,4	81,6	49,6	
Odběr P v mg celkem	výno- sem z P slou- čenin	100,5	185,6	156,6	164,3	134,7	187,6	132,9	148,4	120,3	
		—	85,1	56,1	63,8	34,2	87,1	32,4	47,9	19,8	
Využití P v % ⁺ celkem		—	18,4	12,1	13,8	7,4	18,8	7,0	10,4	4,3	

Poznámka: + V obou pokusech bylo dodáno na nádobu 462 mg P.

DISKUSE

Pořadí účinnosti fosforečných sloučenin, stanovené na základě dosažených výsledků v průměru obou pokusů se plně shoduje s pořadím, které uvádějí Beaton a Read (1961) a Beaton a kol. (1962). Potvrdilo se, že uvedené pořadí se nevztahuje pouze na výnos suché hmoty rostlin sklizené během vegetace, ale že platí i pro výnosy zrna obilnin.

Hydroxylapatit jsme ve shodě s Termanem a kol. (1958) a Jedličkou a Neubergem (1970) označili za sloučeninu rostlinám nejméně přístupnou. Stanovená relativní účinnost dikalciumfosfátu (citrofosfátu) vzhledem k monokalciumfosfátu Duchoněm (1948) a Jungem (1967) se přibližně shoduje s výsledky, které jsme dosáhli v našich pokusech. U dikalciumfosfátu jsme zjistili podobně jako Jedlička a Neuberg (1970) vysoké následné působení ve druhém roce zejména při použití práškové formy hnojiva.

Naše výsledky se však neshodují se závěry Termana a kol. (1958), který hodnotí dikalciumfosfát dihydrát a i anhydrit jako sloučeniny rostlinám nejpřístupnější. Přibližně stejnou účinnost těchto sloučenin jsme zjistili pouze v práškové formě na pokusu s pískem, avšak ve srovnání s monokalciumfosfátem byl odběr P z těchto sloučenin podstatně nižší. Dále se rozcházíme s názory Gunnarssona (1959) na využitelnost P z bezvodého dikalciumfosfátu, neboť v našich pokusech ve srovnání s monokalciumfosfátem jsme jak na půdě s kyselou, tak s alkalickou reakcí zjistili značně nižší využití P z tohoto hnojiva.

Závislosti mezi účinností fosforečných sloučenin, velikostí jejich částic a půdními vlastnostmi zjištěné v námi provedených pokusech se většinou shodují se závěry, které v této problematice učinili Terman (1958, 1961), Peterburgskij (1961) a Van Burg (1963).

V pokusu A s použitím zeminy z Aše se jako dominantní faktor projevila schopnost půdy s kyselou reakcí a s nenasyceným sorbním komplexem vázat rychle fosfátionty půdní sorpcí, a tím podstatně omezovat jejich přístupnost pro rostliny. Tato schopnost půdy se projevila v dosažení vyšší účinnosti monokalciumpfosfátu v granulované formě oproti práškové při přímém i následném působení, což potvrzuje názory Duchoně (1948) a Termana (1958). Při použití nízké dávky fosforu se projevila příznivěji granulovaná forma v následném působení i u sloučenin ve vodě nerozpustných, avšak celková účinnost vzhledem k vysokému přímému působení byla vyšší u práškové formy.

Ve druhém pokusu s pískem za přídavku neutrální půdy se projevily vysoké rozdíly mezi účinností jednotlivých sloučenin a dále mezi zrnitostním složením. Zároveň se též v závislosti na dosažené účinnosti projevily rozdíly v koncentraci P v rostlinách. Příčinou byla zřejmě jak velmi nízká hladina přijatelného fosforu v půdě, tak částečně i neutrální reakce půdy. Na možnost dosažení těchto výsledků upozorňuje např. Duchoně (1948) a Terman (1961) s tím, že rozdíly získané v nádobových pokusech se v polních podmínkách podstatně setrou v důsledku mnohem nižší reakce rostlin na dodaný fosfor. O tom svědčí též poměrně malé výnosové rozdíly, které zjistili v polních pokusech s kombinovanými hnojivy s různým podílem jednotlivých fosforečných sloučenin Němec a kol. (1967), Gryzlov (1968) a Homola a Neuberg (1970).

Z dosažených výsledků lze dedukovat, že kombinovaná hnojiva by měla pro dosažení vysokého přímého působení ve všech půdních podmínkách obsahovat fosfor z největší míry v monoamoniumpfosfátu a částečně v bezvodém dikalciumfosfátu.

Vzhledem k velké náročnosti na výrobu takového hnojiva a k problematičnosti potřeby plného přímého působení fosforu na půdách s určitou základní úrodností byl pro praktické využití kombinovaných hnojiv v zemědělství zvolen určitý kompromis ve složení fosforečné složky, ve které by však neměly být zastoupeny apatitové formy.

Tomuto požadavku vyhovují v současné době značně rozšířené výrobní postupy s použitím vymrazovací nebo nitrofosforečné technologie.

Literatura

- ANDO J., SMITH J. P., SIEGEL M. R., JORDAN J. E., 1965, Quantitative analysis of mixed fertilizers by x-ray diffraction. *J. Agr. Food Chem.*, 13: 186-195.
- ANDO J., LEHR J. R., 1968, Compounds in nitric phosphates. *J. Agr. Food Chem.*, 16, 8: 391-398.
- BEATON J. D., READ D. W. L., HINMEN W. C., 1962, Phosphorus uptake by alfalfa as influenced by phosphate source and moisture. *Canad. J. Soil Sci.*, 42: 254-265.
- BEATON J. D., READ D. W. L., 1963, Effects of temperature and moisture on P uptake from calcareous S. soil treated with several pelleted sources of P. *Soil Sci. Soc. Am.*, 27: 61-65.
- BOULDIN D. R., DE MENT J. D., SAMPLE E. G., 1960, Interaction between dicalcium and monoammonium phosphate granulated together. *J. Agr. Food Chem.*, 8: 470-474.
- DUCHONĚ F., 1948, Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských. ČSAZ, Praha.
- DUCHONĚ F., LANÍK J., 1936, Studie rozpustnosti kyseliny fosforečné v některých fosforečných hnojivech. *Sb. ČSAZV*, 11, 4.
- GILLIAN J. W., WRIGHT B., 1964, Quality of phosphorus in mixed fertilizers as revealed by solubility in water, neutral ammonium citrate and alkaline ammonium citrate solutions. *J. Agr. Food Chem.*, 12: 205-207.

- GRYZLOV V. P., 1968, Nekotoryje rezultaty izučeniya roli vodorastvorimoj P_2O_5 v kompleksnyh udobrenijach. *Zes. probl. post. nauk roln.*, 84:265-272.
- GUNNARSSON O., 1959, Nyheter pa handelsgödselområdet. *Foredrag vid Malmöhus*, 83-104.
- HOMOLA V., NEUBERG J., 1967, Vyšetření účinnosti kyseliny fosforečné v kombinovaných hnojivech. *Záv. zpráva VÚRV, Praha-Ruzyně*.
- , —, 1970, Využití kombinovaných hnojiv v zemědělské výrobě. *Záv. zpráva VÚRV, Praha-Ruzyně*.
- JEDLIČKA J., NEUBERG J., 1970, Sortiment fosforečných hnojiv z hlediska poznatků o nových typech. *Záv. zpráva VÚRV, Praha-Ruzyně*.
- JUNG J., 1967, 40% water-soluble P_2O_5 in NPK is adequate. *Proc. 17th fert. round table*, s. 107-114.
- LAKOTA V., 1964, Výroba kombinovaných hnojiv. *SNTL Praha*.
- NEUBERG J., HOMOLA V., 1962, Výzkum na úseku kombinovaných hnojiv v ČSSR. *Agrochemikálie* 1.
- NĚMEC A., PECINA L., KROULÍKOVÁ H., 1967, Vyšetření optimálního podílu vodorozpustné P_2O_5 v kombinovaných hnojivech. *Rostlinná výroba*, 13, 3: 241-248.
- PETERBURSKIY A. V., DEBRECZENI B., 1961, Dostupnost fosfatov ovsu sloznych i prostych udobrenij na kisloj i izvēstkovannoj počvě. *Izv. TSCHA*, 5.
- SLACK A. V., 1967, It's time to consider nitric phosphates. *Farm Chem.* 6.
- TERMAN G. L., 1958, Crop responses to commercial fertilizer in relation to granulation of water solubility of the phosphorus. *Econ. Tech. An. Fert.*, 37-54.
- , 1961, Crop response to granular vs. finely divided fertilizers. *Agr. Chem.*, 16, 2:30-31, 97-99.
- TERMAN G. L., LANCASTER J. D., 1965, Crop response to watersoluble and water-insoluble phosphorus components of granular fertilizers. *J. Agr. Food Chem.*, 13:500-505.
- TISDALE S. L., RUCKER D. L., 1964, Crop response to various phosphates. *Sulphur Inst., Techn. bull.* 9.
- VAN BURG P. F. J., 1963, The agricultural evaluation of nitrophosphates with particular reference to direct and cumulative phosphate effects and to interaction between water solubility and granule size. *Proc. Fert. Soc., London*, 75:5-56.

Došlo dne 18. 2. 1974

HOMOLA V., NEUBERG J. (Ústav výživy rostlin VÚRV, Praha-Ruzyně). *Účinnost hlavních fosforečných sloučenin obsažených v kombinovaných hnojivech*. *Rostlinná výroba (Praha)* 20 (6): 629-640, 1974.

Vyšetření účinnosti se provádělo ve dvou dvouletých nádobových pokusech s použitím kyselé hnědé podzolované půdy a dále křemičitého písku s přísadkou neutrální hnědé půdy. Testovacími plodinami byly jarní pšenice a oves. Ověřované sloučeniny se smíchaly s veškerým substrátem jak v práškové formě se zrny do 0,25 mm, tak v granulích o průměru 2–4 mm ve vyšší a nižší dávce. V průměru obou pokusů bylo na základě přírůstků celkové suché hmoty a i zrna na fosfor stanoveno pro obě zrnitostní skupiny toto sestupné pořadí účinnosti: MKF — monokalciumfosfát, DKFD — dikalciumfosfát dihydrát, DKFA — dikalciumfosfát anhydrit a HA — hydroxylapatit. Ve srovnání s MKF se dosáhlo u granulované formy této účinnosti: DKFD 82%, DKFA 58% a HA 50%. Účinnost sloučenin v prášku se zvýšila přibližně o 17%. Na pokusu s pískem se dosáhlo u sloučenin v granulích výrazných rozdílů v tvorbě suché hmoty a též v obsahu P v rostlinách, což se projevilo ve využití P, které bylo následující: MKF 19,6%, DKFD 10,7%, DKFA 4,7% a HA 1,4%.

nádobové pokusy; kombinovaná hnojiva; fosforečné sloučeniny; zrnitost

ГОМОЛА В., НОЙБЕРГ Й. (Институт питания растений, Прага-Рузыне). Действие главных фосфорных соединений, содержащихся в комбинированных удобрениях. *Rostlinná výroba (Praha)* 20 (6): 629-640, 1974.

Действие фосфорных соединений проверяли в ходе продолжавшихся 2 года опытов в сосудах использовали кислые оподзоленные почвы и кремнистый песок с добавкой нейтраль-

ной бурой почвы. В качестве тест-культур служили яровая пшеница и овес. Испытываемые соединения смешивали со всем субстратом как в порошкообразной форме с зернами до 0,25 мм, так и в гранулах диам. 2—4 мм в высокой и низкой дозах. В среднем по обоим опытам, на основе общей сухой массы и зерна на фосфор определили для обеих гранулометрических групп следующую нисходящую очередность действия: МКФ — монокальций-фосфат, ДКФД — дикальцийфосфат дигидрат, ДКФА — дикальцийфосфат ангидрит и ГА — гидроксилapatит. По сравнению с МКФ, гранулированная форма показывает следующее действие: ДКФД 82 % ДКФА 58 % и ГА 50 %. Действие порошкообразных соединений больше примерно на 17 %. В ходе опыта с песком у гранулированных соединений получены заметные различия в образовании сухой массы и в содержании Р в растениях, что обусловило следующее использование Р: МКФ 19,6 %, ДКФД 10,7 %, ДКФА 4,7 % и ГА 1,4 %.

опыты в сосудах; комбинированные удобрения; фосфорные соединения; гранулометрический состав

Adresa autorů:

Ing. Václav Homola, ing. Jaroslav Neuberger, DrSc., Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Ústav výživy rostlin, 161 06 Praha - Ruzyně

J. ŠILAR

ŠILAR J. (Research Institutes of Plant Production, Praha-Ruzyně). *Sodium Balance in Plant Production of Czechoslovakia*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 641-648, 1974.

The sodium balance in Czechoslovak plant production was elaborated on the basis of data derived from different scientific and economic branches. This balance is highly negative, the annual decrease amounting to 10 to 40 kg of Na per hectare, in spite of its conspicuous source in the atmosphere amounting to 18 kg of Na per year. As among the industrial fertilizers potassium fertilizers up to a concentration of 40% of K_2O represent the most important source of sodium it is proposed to maintain the present proportion of less concentrated potassium fertilizers and their adequate distribution.

sodium; Czechoslovak plant production; balance; industrial fertilizers; organic fertilizers; atmospheric precipitation; dry deposition from the atmosphere; harvest; washing-out from soil

I když zájem o sodík jako biogenní element je právě tak starý jako minerální teorie výživy rostlin, přece se mu u nás nevěnovalo mnoho pozornosti. Je to pravděpodobně tím, že sodík nezvyšuje u většiny zemědělských plodin výnosy (kvantitu hmoty). Avšak neméně důležitým, nebo snad ještě důležitějším hlediskem je biologická hodnota rostlinnou výrobou produkovaných krmiv a potravinářských surovin a v tomto ohledu má pro výživu zvířat a lidí obsah sodíku v rostlinném materiálu prvořadý význam. Na význam sodíku poukazoval u nás zejména Duchoň (např. 1968). V případě hodnocení tohoto prvku je potřebné mít na paměti, že není žádný vztah mezi výnosem a biologickou hodnotou rostlinného produktu. Voisin (1966) předvídá budoucí špatnou kvalitu rostlinných produktů, které ve srovnání s dobou před 100 lety budou vykazovat následující nedostatky: „... čtyřikrát příliš draslíku, dvakrát příliš fosforu, o polovinu méně hořčíku, šestkrát méně sodíku, třikrát méně mědi ...“. Domníváme se proto, že prezentovaná bilance sodíku poskytuje dobrou orientaci o pohybu této živiny v rámci rostlinné výroby ČSSR.

METODY

Ke zpracování bilance je využito předně podkladů domácích, v případě jejich nedostatku se přihlíželo k pramenům zahraničním. Potřebný faktologický materiál byl shromážděn kromě odvětví zemědělských z meteorologie, chemie atmosféry, vodního hospodářství a statistiky. Informace byly čerpány především z interních statistik Oborového ředitelství Zemědělského zásobování a nákupu (Sine 1968/72), z šetření o výrobě statkových hnojiv (Škarda a Dymák 1973), z prací týkajících se množství a složení atmosférických srážek (Sine 1960, Podzimek et al. 1963, Bulíček a Weiss 1970). K zjištění sklizní a jímí exportovaného sodíku bylo využito statistických a normativních údajů (Čvančara 1962, Sine 1972). Pro stanovení ztrát sodíku vymytím byly v podstatě převzaty výsledky Pfaffovy (1963). „Suchý“ spad sodíku byl odhadnut z množství sodíku v atmosférických srážkách podle Erikssona (1966). Propočty a jejich souběžnou kontrolou z různých výchozích podkladů s přihlédnutím k shromážděnému domácímu i zahraničnímu faktologickému materiálu je provedena celostátní bilance sodíku.

VÝSLEDKY

Z tabulky I je patrné, že bilance sodíku v rostlinné výrobě ČSSR je negativní. Roční měrný úbytek jsme propočítali v rozmezí 9 až 39 kg sodíku z 1 ha. V příjmových položkách bilance převládá ke značnému překvapení přísun sodíku atmosférického nad přísunem z hnojiv, a to množstvím 18 kg ročně, z toho 6 kg v atmosférických srážkách a 12 kg ve spadu suchém. Teprve na třetím místě jsou průmyslová hnojiva množstvím 7 kg sodíku ročně a na posledním místě organická hnojiva ročním množstvím 3 kg sodíku.

V bilančních položkách výdajových se podílí odběr sodíku sklizněmi zemědělských plodin 7 kg a ztráty sodíku vymytím z půdy a odplavením rozmezím 30 až 60 kg ročně.

Z bilance celkové pak je zřejmé, že příjmová položka bilance představuje 200 tisíc tun sodíku a výdajová 260 tisíc až 473 tisíc tun sodíku, z čehož vyplývá deficit 59 tisíc až 272 tisíc tun sodíku ročně. Celkem se tedy dává ročně do pohybu v rámci rostlinné výroby ČSSR 461 tisíc až 674 tisíc tun sodíku ročně.

Z hlediska spolehlivosti (přesnosti) posuzujeme a hodnotíme jednotlivé bilanční položky takto:

1. Dodávka sodíku v průmyslových hnojivech byla stanovena s dobře vyhovující přesností, a to v mezích přesnosti statistik o dodávkách hnojiv a v mezích deklarovaných a skutečných obsahů hlavních živin N, P, K v hnojivech a dále v mezích přesnosti průměrného obsahu sodíku, jenž byl pro výpočet použit.

2. Dodávka sodíku v organických hnojivech je stanovena s uspokojivou přesností. V případě ČSR byly k dispozici výsledky detailního šetření o výrobě statkových hnojiv a analýzy obsahu Na, pro SSR bylo pak množství statkových hnojiv v ČSR zjištěné propočteno úměrně podle intenzity živočišné výroby v dobytčích jednotkách na 100 ha zemědělské půdy podle oficiální statistiky. Dodávka sodíku v hnojivech humusových vycházela ze statistik jejich dodávek zemědělství.

I. Bilance sodíku (Na) v rostlinné výrobě ČSSR. — Sodium (Na) balance in Czechoslovak plant production

	Měrná	Celostátní
	(kg/ha)	(tis. t/7,1 mil. ha)
Příjem:		
průmyslová hnojiva	7	53,0
organická hnojiva	3	19,8
atmosférické srážky	6	42,6
suchý spad z ovzduší	12	85,2
Celkem	28	200,6
Výdej:		
odběr sklizněmi	7	47,0
ztráty vymytím	30 až 60	213 až 426
Celkem	37 až 67	260 až 473
Bilanční ztráta (—)	9 až 39	59,4 až 272,4

3. Dodávka sodíku atmosférickými srážkami byla stanovena s méně vyhovující přesností, protože výsledky měření, jichž bylo použito, pocházejí jen z území Čech. Proto jsme také získaný průměr z Čech podle vlastního odhadu snížili.

4. Dodávka atmosférického sodíku v suchém stavu je odvozena z množství sodíku ve srážkách a jedná se tedy o hrubý odhad, jehož přesnost je málo vyhovující.

5. Odběr sodíku sklizněmi zemědělských plodin byl stanoven s méně vyhovující přesností, protože se domníváme, že použité normativy obsahu Na v rostlinném materiálu pocházejí z období, kdy intenzita hnojení draslíkem byla značně nižší (nebo obráceně relativní intenzita hnojení sodíkem vyšší), což má vliv na obsah sodíku (Nielsen 1969).

6. Ztráty sodíku vymytím byly stanoveny s přijatelnou přesností. Dolní mezní hodnota použitých výsledků lysimetrických měření z NSR byla do jisté míry podepřena množstvím sodíku odnášeného z Čech Labem. Horní mezní hodnotu kalkulované ztráty sodíku vymytím zdůvodňujeme značně vyšším srážkovým normálem než v Limburgerhofu, odkud lysimetrická měření pocházejí, protože sodík v roztoku půdním a sodík výměnný je velmi rychle vymýván.

Provedená bilance zpodobuje jen hrubý celostátní průměr. Je přirozené, že při pestrosti československých petrografických, vodohospodářských, půdních, klimatických a dalších podmínek není šablonou pro všechny oblasti státu. Dává však tušit, že to s hospodařením se sodíkem není zcela v pořádku. Je-li sodík hypoteticky mikroživinou, stačí zajistit potřebu většiny zemědělských plodin krýt atmosférický spad sodíku a statková hnojiva. Je-li však u některých důležitých plodin (cukrovka, krmná řepa, červená řepa, vodnice, celer aj.) průkazně makroživinou, pak je zřejmě třeba navíc dodávat sodík v hnojivech průmyslových. Totéž platí všeobecně, má-li se dosáhnout vyšší biologické hodnoty rostlinných produktů, které jsou potravou člověka a zvířat.

Zpracovanou bilanci pokládáme za předběžnou.

DISKUSE

Celostátní bilanci sodíku se sleduje vnést do problematiky této živiny více světla, avšak taková bilance je jen pohledem rámcovým, neříkajícím nic o detailech, odchylkách apod. Tak např. se výsledek bilance nemůže vztahovat na půdy zasolené, alkalické a potenciálním zasolením ohrožené, jichž je na jižní

II. Průměrná roční bilance po 14-, případně 15letých pokusech (podle Pfaffa 1963 — přepočteno). — Average annual balance after 14 and 15 years of experiment, resp. (according to Pfaff 1963 — converted)

	kg Na/ha	
	bez minerálního hnojení	plné hnojení částečně chlévským hnojem
Dodávka hnojením	9,62	51,06
Odběr rostlinami	4,44	12,58
Ztráta zasakující vodou	32,56	65,86
Úbytek (—)	— 27,38	— 27,38

Moravě a na Slovensku přes 100 tisíc ha. Zde by bylo pro extrémní obsah vodorozpustného a výměnného sodíku hnojení sodíkem škodlivé. Ale k těmto půdám je třeba, podle našeho odhadu, přiřadit i půdy v kukuřičné výrobní oblasti vůbec, zaujímající v ČSSR cca 1 milión ha půdy. Kukuřičná výrobní oblast je charakterizována přechodem k aridnímu klimatu, kde zřejmě dochází jen k malým ztrátám vyplavením sodíku z půdy. Sodík uvolňovaný zvětráváním půdních minerálů a sodík atmosférický zde patrně vyrovnají ztráty odběrem rostlin a vyplavením.

S bilancí sodíku jiného státu jsme se v literatuře nesetkali. Pro srovnání nám může posloužit lysimetrická bilance sestavená P f a f f e m (1963) na základě dlouhodobých pokusů v Limburgerhofu — NSR uvedená v tabulce II. Na Pfaffově bilanci je pozoruhodné, že vykazuje vyšší ztráty sodíku zasakující

III. Roční odběr sodíku sklizní zemědělských plodin v ČSSR (průměr let 1967 až 1971). — Annual consumption of sodium by crop harvests in Czechoslovakia (average values for the years 1967—1971)

Plodina (kultura) — produkt		Roční sklizeň	Obsah Na	Roční odběr Na
		(tis. t)	(%)	(t)
Pšenice	zrno	3196	0,02	639
Žito	zrno	643	0,02	129
Ječmen	zrno	2336	0,04	934
	sláma	1869	0,37	6915
Oves	zrno	897	0,03	269
	sláma	1166	0,15	1749
Kukuřice	zrno	481	0,01	48
	sláma	1202	0,04	481
Luskoviny jedlé	zrno	16	0,01	2
	sláma	18	0,13	23
Mák	semeno	7	0,04	3
Řepka a řepice	semeno	74	0,04	30
Len	nerosené			
	stonky	114	0,18	205
Brambory	hlízy	5531	0,02	1086
Cukrovka	bulvy	6809	0,04	2724
	chrást	5447	0,17	9260
Krmné okopaniny	kořen	3486	0,11	3835
	chrást	1046	0,21	2197
Píceiny na orné půdě	seno	7145	0,08	5716
Louky trvalé	seno	2915	0,16	4664
mezisoučet		—	—	40909
Ostatní plodiny a kultury na zbývajících zemědělských půdách (tj. na výměře 1 266 761 ha)		—	—	6134
Celkem		—	—	47043

IV. Plošný odběr sodíku sklizněmi v ČSSR (propočteno z průměrných sklizní v období 1967–1971). — Sodium consumption by crop harvests in Czechoslovakia (calculated from average yields in the years 1967–1971)

Plodiny — kultury	Sklizňová plocha	Odběr Na ročně	Podíl na odběru Na	Plošný odběr Na
	(tis. ha)	(t)	(%)	(kg/ha)
Pšenice	1103	639	1,4	0,6 ¹⁾
Žito	234	129	. ⁵⁾	0,5 ¹⁾
Ječmen	851	7849	16,7	9,2
Oves	344	2018	4,3	5,9
Kukuřice na zrno	142	529	1,1	3,7
Luskoviny jedlé	8	25	. ⁵⁾	3,1
Mák	8	3	. ⁵⁾	0,4 ¹⁾
Řepka a řepice	52	30	.	0,6 ¹⁾
Len	26	205	. ⁵⁾	7,9 ²⁾
Brambory	332	1086	2,3	3,3 ³⁾
Cukrovka	191	11984	25,5	62,7
Krmné okopaniny	65	6032	12,8	92,8
Píce na orné půdě	1533	5716	12,2	3,7
Trvalé louky	961	4664	9,9	4,8
mezisoučet	5850	40909	87,0	7,0
Ostatní plodiny a kultury zbývající do celkové výměry zemědělské půdy	1227	6134	13,0	5,0 ⁴⁾
Celkem	7077	47043	100,0	6,6

Vysvětlivky:

¹⁾ Odběr Na jen v zrnu, semenu

²⁾ Odběr Na jen ve stoncích bez semene

³⁾ Odběr Na jen v hlízách

⁴⁾ Odhad vzhledem k velkému podílu výměry pastvin

⁵⁾ Méně než 1 %

vodou než je dodáno hnojiv, přičemž autor nepřikládá žádný větší význam sodíku atmosférickému, když tvrdí, že pozoruhodnější přísun sodíku srážkami je nepravděpodobný. Úbytek vodorozpustného sodíku vysvětluje zvětrávacími pochody v lymetech. Na rozdíl od něho se však domníváme, že uvolňování sodíku z půdních minerálů je jen velmi povlovné, a že atmosféra představuje silný zdroj sodíku i v ČSSR přes vzdálenost od Severního nebo Baltického moře 600 popřípadě 400 km, což prokazuje tabulka VI. Gisiger a Zuber (1956) odhadli pro Švýcarsko dodávku sodíku ovzduším na 14 až 22 kg na 1 ha ročně a přičítají tomuto zdroji sodíku velký význam, když poukazují na okolnost, že sodík podléhá rychleji vymývání z půdy než draslík a tím je půda o něj rychle ochuzována. Přesto však analýzy píce z nehojených parcel ukazovaly stále obsah sodíku až do 0,1 %, což znamená, že přirozený koloběh sodíku z ovzduší na zem má pro výživu rostlin dalekosáhlý význam. To do jisté míry potvrzují i izočary

Skupiny hnojiv	Roční dodávka Na	Podíl dodaného sodíku vzhledem k hnojivům	
		průmyslo- vým	celkem
	(t)	(%)	
Fosforečná hnojiva	1 788	3,4	2,5
Draselná hnojiva	50 042	94,5	68,8
Kombinovaná hnojiva	628	1,2	0,9
Hořečnatá hnojiva	75	nepatrný podíl	nepatrný podíl
Vápenatá hnojiva	460	0,9	0,6
Celkem koncentrovaná průmyslová hnojiva ¹⁾	52 993	100,0	72,8
Humusová hnojiva ¹⁾	1 035	—	1,4
Statková hnojiva ²⁾	18 746	—	25,8
Celkem organická hnojiva	19 781	—	27,2
Úhrnem hnojiva	72 774	—	100,0

Vysvětlivky:

¹⁾ Pétilerý průměr 1968—1972

²⁾ Podle šetření ÚVR v r. 1971—72 v ČSR, pro SSR propočtem

sodíku v atmosférických srážkách pro západní a střední Evropu podle Erikssona (1966). Pro naše území je také směrodatné, že v Polsku v letech 1961—62 zjistil Chojnacki (1964) na třech stanicích v oblasti Pulaw roční přísun sodíku v rozmezí 3,5 až 9,4 kg/ha. Je tedy asi překvapením, jaké množství se dostává v ČSSR přirozeným koloběhem z moří přes ovzduší do půdy. Tím je také možno vysvětlit zjev, že rostliny nedostatek sodíku zevně neprojevují. Je však třeba vzít v úvahu, že sodík je velmi pohyblivý, přichází z atmosféry celoročně, bez ohledu na vegetační období. Z toho pak plyne, že plodiny jej zčásti využijí maximálně v 5—7 měsících vegetace v roce, ve zbývajícím období se sodík ztrácí vyplavováním. Proto lze hnojiva regulovat požadavek na sodík mnohem lépe, než se to děje spontánně v přírodě spadem z ovzduší.

I přes určitý rozpor v Pfaffových závěrech (1963) jsme pro vyčíslení ztrát sodíku vymytím nenašli přiměřenějšího podkladu nad jeho lysimetrickou bilanci. V ČSSR je však srážkový normál vyšší než v Limburgerhofu (570 mm) a činí v období let 1900—1950 717 mm. Protože množství vyplaveného sodíku ovlivňuje více množství srážek než např. rostlinný pokryv, odpovídala by odhadovaná ztráta sodíku u nás spíše vyšší hranici Pfaffem udaného rozmezí 33 až 66 kg sodíku na 1 ha ročně. K podepření tohoto bilančního odhadu jsme vzali ještě na pomoc Ullikovu (ex Boresch 1931) analýzu labské vody v profilu českosaské hranice z roku 1876—1877, pomocí níž a z výměry orné půdy Čech lze vypočítat roční ztrátu 31 kg sodíku z 1 ha.

Oblast	Rozsah měření	Rok šetření	Na (kg/ha)
Oblast Hradce Králové ¹⁾	5 stanic	1960	8,5
Povodí Ohře ²⁾	5 stanic	1968	8,0
Povodí Ohře ²⁾	6 stanic	1969	12,1
Českomoravská vrchovina ²⁾	1 stanice	1968	2,3
Českomoravská vrchovina ²⁾	1 stanice	1969	8,1
Střední Čechy ²⁾	1 stanice	1968	11,6
Střední Čechy ²⁾	1 stanice	1969	16,2
Aritmetický průměr (66, 8 : 7)			9,5

Vysvětlivky:

¹⁾ Propočteno podle Podzimka at al. (1963) a podle Sine (1960)

²⁾ Podle Bulíčka a Weisse (1970)

Sodík exportovaný ve sklizních plodin je propočten v tabulkách III a IV. V tabulce III bylo použito normativních údajů podle Čvančary (1962). Protože jde o údaje z období nízké intenzity hnojení průmyslovými hnojivy a jejich odlišného sortimentu (vyšší podíl nízkoprocentních draselných solí, používání čilského, případně syntetického ledku sodného), je pravděpodobné, že současný obsah sodíku v rostlinném materiálu (zejména také vzhledem k antagonistickému vlivu draslíku) je nižší. Z tabulky IV je patrné, že největší plošný odběr sodíku vykazují krmné okopaniny (řepa), cukrovka a pak také ječmen. To se promítá i v podílu odběru sodíku při dané struktuře plodin, který v pětiletém průměru (1967—1971) činil nejvíce u cukrovky (25 %), ječmene (17 %), krmných okopanin (13 %), píce na orné půdě (12 %) atd.

Přehled o dodávkách sodíku hnojivy podává tabulka V. Rozhodujícími dodavateli sodíku jsou hnojiva draselná a hnojiva statková. Z hnojiv draselných mají největší význam hnojiva chloridového typu do koncentrace 40 % K₂O; jejich podíl na dodávce sodíku průmyslovými hnojivy činí 75 % a na dodávce všemi hnojivy 55 %.

Protože je československá bilance sodíku negativní, měla by z toho také vyplynout určitá opatření na úseku zásobování hnojivy rajonizací hnojiv draselných. Také se domníváme, že by se neměla dále zvyšovat koncentrace draselných hnojiv jako celku proto, aby byla zachována současná průměrná spotřeba 7 kg sodíku na 1 ha, protože jiného zdroje sodíku v našich průmyslových hnojivech není. Neméně závažná je stránka ekonomická. Zdá se to na první pohled absurdní, ale proti ekonomice spočívající v úsporách manipulačních, daných koncentrací draslíku v draselných hnojivech, vycházíme v ekonomické úvaze z toho, že chlorid sodný jako součást draselných hnojiv (ať jde o kainit, 40 % draselnou sůl atd.) získává zemědělství zdarma, protože 1 kg draslíku kupuje za stejnou cenu, ať jde o surovou draselnou sůl nebo 60 % chlorid draselný. Není-li sodík balastem, ale cennou rostlinnou živinou, je nad vší pochybnost zřejmé, že nákup nízkokoncentrovaných draselných hnojiv je ekonomicky výhodnější.

Literatura

- BORESCH K., 1931, Kreislauf der Stoffe in der Natur. In: Handbuch der Pflanzenernährung und Düngerlehre von Honcamp F., I/B, Julius Springer Verlag, Berlin.
- BULÍČEK J., WEISS A., 1970, Výzkum látkového obsahu srážkové vody v povodí Ohře. Zpráva VÚV Praha.
- ČVANČARA F., 1962, Zemědělská výroba v číslech. I. díl, SZN Praha.
- DUCHOŇ F., 1968, Oligobiogenní prvky a otázka tzv. „balastu“ průmyslových hnojiv. Agrochémia, 8 : 1-4.
- ERIKSSON E., 1966, Air and precipitation as sources of nutrients. In: Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung von Scharrer K., u. Linser H., II/1, Springer-Verlag Wien. — N. York, 774-792.
- GISIGER L., ZUBER R., 1956, Spurenelementgehalt des Futters einiger Düngungsversuche. Die Phosphorsäure, 16 : 230-241.
- CHOJNACKI A., 1964, Składniki pokarmowe dla roślin w opadach atmosferycznych. Postępy nauk rolniczych, 11 : 101-112.
- NIELSEN J. M., 1969, On the potassium and sodium concentrations in plants. Arsskrift 1969, Den kongelige veterinær-og landbohøjskole, København, 5-18.
- PFÄFF C., 1963, Das Verhalten der Phosphorsäure und der Alkalien im Boden nach langjährigen Lysimeterversuchen. II. Mitteilung. Z. f. Acker- u. Pflanzenbau, 117 : 100-113.
- PODZIMEK J., ŠRÁMEK L., VOLFOVÁ E., 1963, Chemical analyses of precipitation collected around Hradec Králové. Geofyzikální sborník, No 195.
- SINE, 1960, Ovzdušné srážky na území Československé republiky r. 1960. Meteorologická ročenka, řada E, sv. 23.
- SINE, 1968/72, Statistiky dodávek průmyslových hnojiv zemědělství. OŘ ZZN Praha.
- SINE, 1972, Statistická ročenka ČSSR 1972. SNTL-ALFA, Praha.
- ŠKARDA M., DYMÁK V., 1973, Archivní materiál z šetření o výrobě statkových hnojiv za léta 1971—72 v CSR. VÚRV-ÚVR Ruzyně.
- VOISIN A., 1966, Grundgesetze der Düngung. Bayerische Landwirtschaftsverlag München — Basel — Wien.

Došlo dne 2. 2. 1974

ŠILAR J. (Ústav výživy rostlin, Praha-Ruzyně). *Bilance sodíku v rostlinné výrobě ČSSR*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 641-648, 1974.

Na základě shromážděného faktologického materiálu z různých vědních a hospodářských odvětví je zpracována bilance sodíku v rostlinné výrobě ČSSR, která je silně negativní ročním úbytkem 10 až 40 kg sodíku z 1 ha i přes jeho značný zdroj v atmosféře, představující 18 kg sodíku ročně. Protože z průmyslových hnojiv jsou rozhodujícím dodavatelem sodíku draselná hnojiva do koncentrace 40 % K₂O, navrhuje se udržet současný podíl méně koncentrovaných draselných hnojiv a jejich účelná rajonizace.

sodík; rostlinná výroba ČSSR; bilance; průmyslová hnojiva; organická hnojiva; atmosférické srážky; suchý spad z ovzduší; sklizně; vymytí z půdy

ШИЛАР Й. (Научно-исследовательские институты растениеводства, Прага-Рузыне). *Баланс натрия в растениеводстве ЧССР*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 641-648, 1974.

На основе собранного фактологического материала из разных научных и хозяйственных отраслей разработан баланс натрия в растениеводстве ЧССР, который сильно отрицателен в результате годовой убыли 10—40 кг натрия с 1 га, несмотря на его значительный источник в атмосфере, представляющий 18 кг натрия в год. В виду того, что из минеральных удобрений решающим поставщиком азота являются калийные удобрения до концентрации 40 % K₂O, предлагается сохранить современную долю концентрированных калийных удобрений и рационально их использовать.

натрий; растениеводство ЧССР; баланс; минеральные удобрения; органические удобрения; атмосферные осадки; промышленная пыль; уборка; вымывание из почвы

Adresa autora:

Ing. J. Šilar, CSc., Výzkumné ústavy rostlinné výroby, 161 06 Praha - Ruzyně

KARBOHNOJIVA A JEJICH EFEKTIVNÍ APLIKACE NA RŮZNÝCH PŮDNÍCH TYPECH

J. KOVÁŘ, J. DOLEJŠKOVÁ

KOVÁŘ J., DOLEJŠKOVÁ J. (Agricultural University, Praha - Suchdol). *Carbofertilizers and their Effective Application on Different Soil Types*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 649-658, 1974.

Nitrogen distribution from carbofertilizers as compared to mineral fertilizers in the system soil-plant was investigated in a pot experiment lasting two years. The application of the isotope tracer technique made possible an investigation of the effect of fertilizing on the mobilization of soil nitrogen. This effect was largest in soils well supplied with nitrogen.

carbofertilizers; stabile nitrogen isotope; soil types; mobilization of soil nitrogen; after-effect

Používání vysokých dávek minerálních hnojiv přináší s sebou řadu problémů při jejich aplikaci na různých půdních typech; dalším zvyšováním NPK se již brzy dosáhne tzv. ekologického, resp. ekonomického stropu. Tím bude, podle druhů půd, limitována i ekonomická efektivnost maximálních dávek hnojiv (Apltaufer, Neuberg, Baier 1967).

I. Charakteristika půd. — Characteristics of soils

Řada	K—B	B—O	Ř—P	SHR
pH/KCl	6,6	5,7	6,8	6,4
Sorpce: T (meg/100 g)	9,2	8,5	25	17,1
V (%)	73,2	57,6	85,6	87,3
Obsah humusu (%)	1,68	1,43	2,86	C _{ox} — 1,29
Živiny (mg/100 g):				
K ₂ O výměnný	14,0	7,0	10,1	20,3
P ₂ O ₅ citrátový	2,5	stopy	51,1	14,0
N _{celk.}	180,0	167,0	215,0	103,1
Zrnitostní frakce (%):				
pod 0,01 mm	14,9	15,4	34,0	73,4
0,001 mm	6,3	5,0	14,4	55,0
0,001—0,01 mm	8,6	10,4	19,6	18,4
0,01—0,05 mm	10,2	13,1	53,3	15,3
0,05—0,25 mm	16,1	22,2	12,1	9,6
0,25—2,00 mm	58,8	48,7	0,6	1,7

V ČSSR tvoří značný podíl zemědělské půdy méně úrodné s nepříznivými fyzikálně chemickými vlastnostmi i s malým množstvím humusu, u nichž využití živin, obsažených v minerálních hnojivech, nebývá příznivé zejména pro vysoké eluční a volatilizační ztráty jak před vegetačním obdobím, tak i v jeho průběhu. Odtud pramení zvýšený zájem o nové typy organickominerálních hnojiv, vytvořené na bázi vhodných nosičů živin, např. uhelné hmoty (Jarčuk 1963, Vlasov a Michailova 1971, Vlasjuk 1963).

O využití hnědouhelných kalů jako nosiče NPK živin v karbohnojivech bylo referováno již dříve (Kovář 1966, Duchoň 1968, Kovář, Dolejšková, Králová 1970).

Jak vyplývá ze závěrečné zprávy (Karbohnojiva 1972) a ze souhrnné studie o možnostech komplexního využití hnědouhelných kalů (Kovář 1973), byla nejefektivnější aplikace karbohnojiv především na pólopropustných písčitých půdách, na půdách s chudým a neúplným sorpčním komplexem a dále při rekultivaci devastovaných půd, zvláště výsypkových zemín, např. v oblasti SHR.

Předložená práce je bilanční studií využití poměrně vysokých dávek karbohnojiv na různých, u nás značně zastoupených půdních typech, provedenou srovnáním s ekvivalentní dávkou minerálních NPK živin. Pozornost byla zaměřena zvláště na ztráty dodaného dusíku a mobilizaci půdního dusíku.

MATERIÁL A METODY

Pokus se konal jako dvouletý vegetační pokus v malých Mitscherlichových nádobách (s možností odběru eluátů), naplněných orniční zeminou, odebranou z půd charakteristických výrobních typů, resp. subtypů (tabulka I).

1. Výrobní typ kukuřičný — vzorek odebraný z okolí Bzence (v dalším K - B), reprezentoval drnovou půdu, velmi hlubokou, písčito-hlinitou, uloženou na navátém písku.

2. Výrobní typ bramborářský, subtyp bramborářsko-ovesný, vzorek z okolí Tábora (v dalším B - O), byl odebrán z půdy illimerizované, slabě oglejené zrnitosti hlinito-písčité, uložené ve svoru.

II. Základní dávky minerálních živin. — Basic doses of mineral nutrients

500 mg N	ve formě	($^{15}\text{NH}_4$) $_2\text{SO}_4$ — obohacení	10,1 %
465 mg K $_2$ O	ve formě	K $_2\text{SO}_4$	
440 mg P $_2$ O $_5$	ve formě	Ca(H $_2$ PO $_4$) $_2$	
223 mg CaO	ve formě	CaSO $_4$	

III. Charakteristika uhelné hmoty. — Characteristics of coal matter

Hnědouhelné kaly SHR	pH	Sorpce T $\frac{\text{mlval}}{100 \text{ g}}$	V %	N $_{\text{celk.}}$ (%)	P $_2\text{O}_{5\text{celk.}}$ (%)	K $_2\text{O}_{\text{celk.}}$ (%)	A $_s$ (%)
	6,1	149	55,7	0,56	0,36	0,27	48,4

3. Výrobní typ řepařský, subtyp řepařsko-pšeničný, vzorek z Mladoboleslavska (dále Ř-P), byl reprezentován černozemí s drobtovitou strukturou, s vysokým obsahem humusu, zrnitostí hlinité a s podložím slínu.

4. Nádoby této řady byly naplněny výsypkovou zeminou z oblasti rekultivací v SHR (dále SHR).

Ve shodě s počtem vybraných půdních typů byly provedeny čtyři řady nádob, každá se třemi srovnávacími variantami a s trojnásobným opakováním.

První varianta každé řady byla vždy kontrolní, bez dodaných živin:

druhá varianta obsahovala základní dávku minerálních NKP živin (tabulka II);

ve třetí variantě byla základní dávka NPK živin začleněna odpovídajícím množstvím uhelné hmoty — 22,5 g charakteristika uhelné hmoty (viz tabulka III) v karbohnojivech.

Živiny byly dodány pouze na začátku prvního vegetačního roku, ve druhém roce byly doběrné rostlině k dispozici pouze nevyužité zásoby živin z prvního vegetačního období.

Pokusnou plodinou byla v prvním roce kukuřice, ve druhém roce byl doběrnou rostlinou oves. Sklizeň byla provedena v zelené hmotě u kukuřice v 92. dnu vegetace (1971), oves byl sklizen v 86. dnu vegetace (1972).

Analytické metody

a) Analýzy zeminy: po oddělení kořenové hmoty byl stanoven celkový dusík podle Jodlbauera.

b) Analýzy eluátů: eluáty byly odebírány a analyzovány v sedmidenních intervalech, zjišťovalo se pH a N_{NH_4} metodou podle Conwaye.

c) Analýza rostlinného materiálu: celkový dusík byl stanoven podle Kjeldahla.

d) Analýza uhelné hmoty: $N_{celk.}$ podle Kjeldahla, A^s (popel v sušině) při 550 °C, $P_2O_{5_{celk.}}$ a $K_2O_{celk.}$ stanoveny z popela podle metody ÚPV.

e) Izotopická analýza: vzorky eluátů, zeminy a rostlinného materiálu byly podrobeny izotopické analýze; u všech vzorků bylo stanoveno obohacení těžkým dusíkem ^{15}N . Příprava vzorků k izotopické analýze byla provedena bromnanovou metodou podle Fausta.

Dusík ze vzorků, převedený na pevný chlorid amonný, byl oxidován bromnanem sodným ve speciální vakuové aparatuře, zataven do výbojkových trubíc a analyzován na ^{15}N — analyzátoru NOI-4; snímány byly pásy izotopických molekul $^{15}N^{14}N$ a $^{14}N^{14}N$, vlnových délek 298,28 nm, resp. 297,68 nm.

VÝSLEDKY

1. Distribuci dusíku, dodaného ve formě $(^{15}NH_4)_2SO_4$ za první vegetační období ukazuje přehledně tabulka IV A. Ve sloupci II_A je uveden dusík, zadržený v půdě po prvním roce, který zároveň představuje zásobu dusíku pro doběrnou rostlinu. Jeho distribuce v druhém roce je uvedena v tabulce IV C. Sloupec V_A a V_C zahrnuje tzv. dusík nenalezený, tedy část „ztrát dusíku“ (ztráty elucí viz sloupec III_A a III_C). Je třeba si uvědomit, že jsou zde zahrnuty i všechny nevykompenzované experimentální chyby (nešlo o uzavřený lyzimetrický pokus, který jediný umožňuje exaktní zhodnocení množství dusíku uniklého volatilizací).

2. Celkový odběr dusíku rostlinou a mobilizační efekt za první rok uvádí tabulka IV B, za druhý rok analogicky tabulka IV D. Ve sloupcích VI_B a VI_D je uveden celkový odběr dusíku vegetačním pokryvem, ve sloupcích VII_B a VII_D odběr dusíku z půdní zásoby; po odečtení dusíku, odebraného v kontrolních variantách (XI_B a XI_D), je možno zhodnotit mobilizovaný dusík půdní (IX_B

IV A. Distribuce dusíku za 1. rok vegetace (kukuřice). — Distribution of nitrogen in the first year (maize)

Řada varianta		I _A		II _A		III _A		IV _A		V _A	
		v rostlině		v půdě		v eluátu		celk. ¹⁵ N nalezený		¹⁵ N nezjištěný	
		mg	% ¹⁾	mg	% ¹⁾	mg	% ¹⁾	mg	% ¹⁾	mg	% ¹⁾
KB	NPK	302,0	60,40	75,0	15,00	13,00	2,60	390,0	78,00	110,0	22,00
	KH	281,0	56,20	121,5	24,80	7,20	1,44	409,7	81,94	90,3	18,00
BO	NPK	240,0	48,00	175,5	35,10	11,90	2,38	427,4	85,48	72,6	14,52
	KH	218,0	43,60	215,5	43,10	6,75		440,2	88,05	59,7	11,95
ŘP	NPK	264,0	52,80	131,5	26,80	9,50		405,0	81,00	95,0	19,00
	KH	246,0	49,20	144,0	28,80	stopy		390,0	78,00	110,0	22,00
SHR	NPK	197,0	39,40	265,6	53,12	stopy		462,6	95,52	37,4	7,48
	KH	272,0	54,40	187,0	37,40	stopy		459,0	91,80	41,0	8,20

IV B. Odběr dusíku kukuřicí a mobilizační efekt. — Nitrogen uptake by maize and mobilization effect

Řada varianta		VI _B	VII _B		VIII _B	IX _B		X _B	XI _B
		N _{celk.} v rostlině mg	N půdní přijátý rostlinou		N půdní	N mobil.		mobil. koefic.	kontrol. N půd. mg
			mg	% ²⁾	¹⁵ N v rostlině	mg	% ²⁾		
KB	NPK	708,0	406,0	57,34	1,340	187,0	26,41	0,6192	219
	KH	812,0	531,0	65,40	1,890	312,0	38,42	1,1100	
BO	NPK	613,0	373,0	60,84	1,550	201,0	32,79	0,8370	172
	KH	657,0	439,0	66,82	2,010	267,0	40,64	1,2240	
ŘP	NPK	629,0	365,0	58,03	1,380	11,0	1,75	0,0416	354
	KH	665,0	419,0	63,00	1,700	65,0	9,77	0,2640	
SHR	NPK	254,4	57,4	22,50	0,291	14,4	5,66	0,0731	43
	KH	321,7	49,7	15,50	0,183	6,7	2,08	0,0246	

Poznámka: ¹⁾ procenta = původního dodaného množství v síranu amonném

²⁾ procenta = N_{celk.} v rostlinném materiálu

IV C. Distribuce dusíku ve druhém roce vegetace (oves). — Distribution of nitrogen in the second year (oats)

Řada	Varianta	I _c			II _c			III _c			IV _c			V _c		
		v rostlině			v půdě			v eluátu			¹⁵ N celkem nalezený			¹⁵ N nezjištěný		
		mg	% ¹⁾	% ²⁾	mg	% ¹⁾	% ²⁾	mg	% ¹⁾	% ²⁾	mg	% ¹⁾	% ²⁾	mg	% ¹⁾	% ²⁾
KB	NKP	36,50	48,66	7,30	19,87	26,50	3,97	4,43	5,90	0,88	60,8	81,06	12,16	14,20	18,94	2,84
	KH	76,60	63,04	15,32	23,00	18,93	4,60	1,40	1,15	0,28	101,0	83,12	20,20	20,50	16,88	4,10
BO	NPK	57,10	32,53	11,42	86,65	49,37	17,33	4,75	2,70	0,95	148,5	84,61	29,70	27,00	15,38	5,40
	KH	114,00	52,90	22,80	77,00	35,73	15,40	stopy			191,0	88,63	38,20	24,55	11,37	4,91
ŘP	NPK	61,00	46,39	12,20	58,00	44,11	11,60	stopy			119,0	90,49	23,80	12,50	9,50	2,50
	KH	83,50	57,88	16,70	29,50	20,49	5,90	stopy			113,0	78,47	22,60	31,00	21,53	6,20
SHR	NPK	38,50	14,49	7,70	208,60	78,53	41,72	stopy			247,1	93,03	49,42	18,50	6,96	3,70
	KH	48,00	25,66	9,60	127,00	67,91	25,40	stopy			175,0	93,58	35,00	12,00	6,42	2,40

Poznámka: ¹⁾ procentuální základ tvoří množství z původního dusíku ¹⁵N, které zbylo po 1. roce vegetace

²⁾ procentuální základ tvoří původní dodané množství ¹⁵N

IV D. Odběr dusíku ovsem a mobilizační efekt. — Nitrogen uptake by oats and mobilization effect

		VI _D	VII _D		VIII _D	IX _D		X _D	XI _D		Kontrola
		N celkový v rostlině	N v rostl. z půd. N		$\frac{\text{N půdní}}{\text{N v rostl.}}$	mobilizovaný N půdní		$\frac{\text{N mobil.}}{^{15}\text{N v rostl.}}$	„stará síla“ ^{15}N dočerný		bez hnojení
		mg	mg	% z celk. dusíku		mg	% z N _{celk.}		mg	% z pův. ^{15}N	mg
KB	NPK	332,5	296,0	89,02	8,11	178,0	53,53	4,87	75,0	15,00	118
	KH	438,5	361,9	82,53	4,72	243,9	55,62	3,18	121,5	24,30	
BO	NPK	241,1	184,0	76,31	3,22	58,0	24,06	1,01	175,5	35,10	126
	KH	312,0	198,0	63,46	1,74	72,0	23,07	0,63	215,5	43,11	
ŘP	NPK	344,5	283,5	82,29	4,64	43,5	12,62	0,71	131,5	26,30	240
	KH	388,6	305,1	78,50	3,65	65,1	16,75	0,78	144,0	28,80	
SHR	NPK	109,6	71,1	64,87	1,84	32,1	29,29	0,83	256,6	53,12	39
	KH	157,0	109,0	69,42	2,27	70,0	44,85	1,46	187,0	37,40	

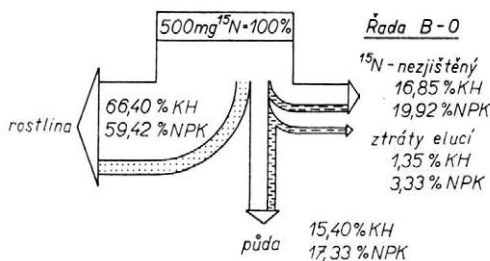
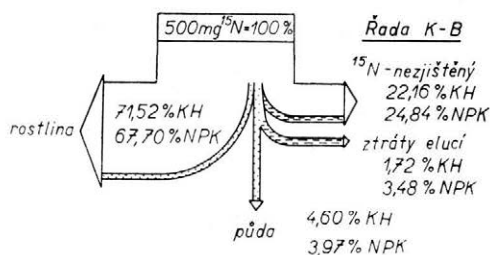
a IX_D), popříp. vyčíslit „mobilizační koeficient“ jako poměr mobilizovaného půdního dusíku k dusíku odebranému rostlinou z dodaného (¹⁵NH₄)₂SO₄, tj. vliv dodaného dusíku na mobilizaci půdního dusíku.

3. Bilanci dodaného minerálního dusíku (¹⁵NH₄)₂SO₄ za celý dvouletý vegetační cyklus ukazují názorně Sankeyovy diagramy č. 1–4 zpracované pro každou experimentální řadu.

DISKUSE

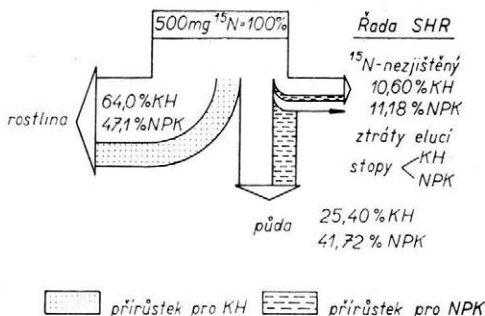
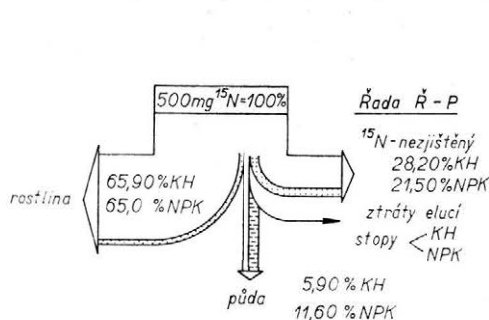
a) Využití minerálního dusíku rostlinou

Minerální dusík byl dodán ve formě (¹⁵NH₄)₂SO₄. Z tabulky IV A je zřejmé, že v prvním roce rostlina využívá více dusíku v minerální variantě; příjem dusíku z karbohnojiv je za první rok vyšší pouze na výsypkové zemině (řada SHR). Za celý dvouletý vegetační cyklus (viz Sankeyovy diagramy č. 1–4) bylo celkově využito rostlinou nejvíce dodaného minerálního dusíku (71,5 %) ve variantě s karbohnojivy na půdě z výrobního typu kukuřično-bramborářského (K-B). Dostí značný rozdíl ve využití dodaného dusíku mezi



1. Sankeyův diagram za dvouletý vegetační cyklus u řady K-B. — Sankey's diagram in the two-year cycle in the K-B line

2. Sankeyův diagram za dvouletý vegetační cyklus u řady B-O. — Sankey's diagram in the two-year cycle in the B-O line



3. Sankeyův diagram za dvouletý vegetační cyklus u řady R-P. — Sankey's diagram in the two-year cycle in the R-P line

4. Sankeyův diagram za dvouletý vegetační cyklus u řady SHR. — Sankey's diagram in the two-year cycle in the SHR line

variantou čistě minerální a variantou s karbohnojiv vykazuje řada B-O (výrobní typ bramborářsko-ovesný): 59,42 % u varianty minerální proti 66,4 % u varianty s karbohnojiv. Neprůkazné zvýšení ve prospěch varianty s karbohnojiv je u řady Ř-P (výrobní typ řepařsko-pšeničný).

Na výsypkách se významně uplatňují vhodné sorpční a stimulační vlastnosti uhelné hmoty, příjem dusíku z karbohnojiv je přibližně o 25 % vyšší ve srovnání s variantou minerální. Dobré zkušenosti s použitím karbohnojiv při rekultivacích, zhodnocené na základě řady polních experimentů, jsou ve shodě s těmito výsledky (Závěrečná zpráva Karbohnojiva).

b) Celkový příjem dusíku

vegetačním pokryvem zahrnujícím jak příjem dusíku z dodaného minerálního zdroje, tak příjem dusíku půdního, byly vždy značně vyšší u varianty s KH (tabulka IV B, sl. VI_B, IV D, sl. VI_D). Relativně nejvyšší zvýšení výnosu dusíku je na výsypkové zemině hnojené karbohnojiv — za dvouleté vegetační období činí 24 %.

c) Mobilizace půdního dusíku

je vyjádřena v tabulce IV B, sl. IX_B a tabulce IV D, sl. IX_D. Vysoké hodnoty mobilizovaného půdního dusíku jak absolutní, tak relativní vykazují varianty s karbohnojiv v řadě K-B a B-O, tj. na půdách s dobrou zásobou půdního dusíku.

Značně nižší je mobilizace u řady Ř-P, velice nízká je též v obou variantách s výsypkovou zeminou, problematická je relativně značná odchylka ve druhém roce u varianty s karbohnojiv.

Mobilizační koeficient (tabulka IV B, sl. X_B a IV D, sl. X_D) je dobrou ilustrací vlivu hnojení minerálními hnojivy na mobilizaci půdních zásob dusíku. Tam, kde jsou jeho hodnoty vyšší než jedna, je možno mluvit o značném mobilizačním efektu. Exaktnější by bylo ověření tohoto efektu pomocí ¹⁵N ve větším měřítku v polních podmínkách. Realizace, i když zamýšlená, narážela na neúměrné ekonomické nároky.

d) Doběrný efekt („stará síla“)

je výrazný při používání karbohnojiv (tabulka IV D, sl. XI_D). Bez přihlédnutí k výsypkovým zeminám je vyšší rozdíl v doběrném efektu mezi minerální a KH variantou na drnové půdě z kukuřičného výrobního typu. Neprůkazný je rozdíl na černozemi z řepařské oblasti.

Na výsypkových zeminách dochází k velké retenci dodaného minerálního dusíku (53,12 %) (pro minerální variantu a 37,40 % pro KH variantu), avšak jeho další využití rostlinou je malé (14,49 % pro min. variantu a 25,66 % pro KH variantu).

e) Ztráty minerálního dusíku

Při posuzování ztrát minerálního dusíku uvažujeme:

1. Eluční ztráty minerálního dusíku (¹⁵N), které byly nejvyšší na drnové půdě výrobního typu kukuřičného u varianty minerální (viz Sankey — diagram), což je potvrzeno i předcházejícími pracemi (K o v á ř 1973).

2. Tzv. nezjištěné ztráty minerálního dusíku, které vyjadřují do jisté míry i intenzitu nitrifikačních i denitrifikačních procesů v půdě. Jsou nejvyšší v obou variantách Ř-P (černozemě) a varianty K-B (drnová půda). Nejnižší jsou u výsypkové zeminy (těžké šedé jíly).

Literatura

- APLTAUER J., 1967, Vliv plodin na bilanci dusíku v půdě. II. Množství amoniakálního a nitrátového dusíku v půdě v následném roce, Rostlinná výroba 13, str. 497.
- BAIER J., 1967, Vliv stupňovaného dusíkatého hnojení za odlišných povětrnostních podmínek na odběr živin a jejich využití na tvorbu výnosu u cukrovky, Rostlinná výroba 13, 12:1257.
- DUCHOŇ F., 1968, Československá granulovaná karbohnnojiva. Mezinárodní zemědělský časopis, Praha č. 5, str. 60.
- JARČUK I. I., 1963, Ispolozovanie torfa, burych i vyvetrišichsja kamennych u glej dlja polučeniya guminovyh udobrenij. Sbornik něft. udobrenija i stimulatory, Baku 1963, str. 60-68.
- KOVÁŘ J., 1966, Využití modifikovaných hnědouhelných kalů jako nosiče živin v tzv. karbohnnojivech. Sborník VŠZ 1966, str. 45.
- KOVÁŘ J., DOLEJŠKOVÁ J., KRÁLOVÁ M., 1970, Studium pohybu amoniakálního dusíku začleněného do tzv. karbohnnojiv pomocí stabilního dusíku ^{15}N , Sborník VŠZ, str. 57.
- KOVÁŘ J., 1973, Výzkum a využití organicko-minerálních hnojiv na bázi méně hodnotných tuhých paliv. Studie pro Federál. ministerstvo paliv a energetiky, oponováno 1973.
- NEUBERG J., 1967, K otázkám zákonitostí výživy rostlin v období intenzifikace zemědělské výroby průmyslovými hnojivy, Rostlinná výroba 13, str. 25.
- VLASJUK P. A., 1963, Ulučšeniye uslovij pitaniya rastenij otchodami burych uglej. Sbornik něft. udobrenija i stimulatory, Baku 1963, str. 18-28.
- VLASOV P. A., MICHAILOVA N. I., 1971, The influence of coal-humic fertilizers upon the content of microelements in soil and plants. Studies about humus HUMUS et PLANTA, II. díl str. 447.
- Závěrečná zpráva o státním výzkumném úkolu A-0-29-25/8: Karbohnnojiva, oponováno v březnu 1972.

Došlo dne 18. 1. 1974

KOVÁŘ J., DOLEJŠKOVÁ J. (Vysoká škola zemědělská, Praha - Suchbátka). *Karbohnnojiva a jejich efektivní aplikace na různých půdních typech*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 649-658, 1974.

V dvouletém vegetačním nádobovém experimentu byla sledována distribuce dusíku z karbohnnojiv ve srovnání s minerálními hnojivy v systému půda—rostlina na různých typech půd. Použití izotopické techniky umožnilo sledovat vliv hnojení na mobilizaci půdního dusíku. Tento efekt byl největší u půd s dobrou zásobou půdního dusíku.

karbohnnojiva; stabilní izotop dusíku; půdní typy; mobilizace půdního dusíku; následný efekt

КОВАРЖ Й., ДОЛЕЙШКОВА Й. (Сельскохозяйственный институт, Прага-Сухдол). *Карбоудобрения и их эффективное применение на разных почвенных типах*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 649-658, 1974.

В двухлетнем вегетационном эксперименте изучалось распределение азота из карбоудобрений по сравнению с минеральными удобрениями в системе почва — растение на разных

типах почв. Применение техники изотопов позволило изучать влияние удобрения на мобилизацию почвенного азота. Этот эффект был максимален у почв с хорошим запасом почвенного азота.

карбоудобрения; стабильный изотоп азота; почвенные типы; мобилизация почвенного азота; последующий эффект

Adresa autorů:

Ing. J. Kovář, CSc., Ing. J. Dolejšková, Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha - Suchbátův Břez

LYZIMETRICKÉ SLEDOVÁNÍ CHEMICKY PREPAROVANÝCH KARBOHNOJIV

J. KOVÁŘ, J. DOLEJŠKOVÁ

KOVÁŘ J., DOLEJŠKOVÁ J. (Agricultural University, Praha - Suchdol). *Lysimetric Investigation of Chemically Prepared Carbofertilizers*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 659-663, 1974.

The effectivity of two types of chemically prepared carbofertilizers designed as OMH-1 and OMH-4 was compared in a lysimetric experiment with customarily produced carbofertilizers and with pure mineral NPK fertilizers in equivalent doses. The fertilizer OMH-4 yielded optimal results. The yield of dry matter, nitrogen, phosphorus and potassium was about three times larger as compared with the lysimeter containing mineral NPK fertilizer.

lysimeiric investigation; carbofertilizers; prepared carbofertilizers

Četné poznatky, získané v posledních letech při řešení využití uhlí, resp. odpadů z jeho úpravy ve formě karbohnojiv (Závěrečná zpráva 1972), prohloubily znalosti nejen z hlediska přímého využití v rostlinné výrobě, ale logicky navodily i další perspektivní výzkumnou etapu: výzkum a výrobu účinnějších hnojiv na bázi chemicky rozrušené uhelné hmoty (Svodná zpráva ÚVP, 1972 a 1973).

Základním materiálem těchto hnojiv je opět uhelná hmota, ale chemicky rozrušená alkalickou extrakcí. Při přípravě hnojiv jsou jako látky přídatné vedle NPK minerálních složek použity i některé biologicky cenné a stimulačně působící látky (např. sulfátové louhy, melasové výpalky), odcházející podobně jako uhelná hmota ve formě průmyslového odpadu.

Experimentálně byla účinnost těchto hnojiv, připravených na bázi chemicky rozrušené uhelné hmoty, ověřována lyzimetricky. Srovnání bylo provedeno jednak s čistě minerální variantou, jednak s variantou s běžně vyráběným typem karbohnojiv.

MATERIÁL A METODY

Lyzimetrická sledování byla provedena ve venkovních lyzimetrech o rozměrech 25 × 25 × 60 cm s účinnou vegetační plochou 600 cm². Lyzimetry byly vyrobeny z plechu, čelní průhledná stěna byla odnímatelná a vyrobená ze silnostěnného plexiskla. Průřez lyzimetru byl čtvercový a spodní zakončení mělo tvar jehlanu s drenážním zařízením na jímání eluátu.

Náplň lyzimetru tvořily půdní monolity, vyňaté z půdního profilu, které spočívaly na jalovém dnu z plexiskla. Zrnitostní a chemické složení půdního profilu je uvedeno v tabulce I.

Pokusnou plodinou byla kukuřice, po vyjednání bylo ponecháno v každém lyzimetru pět rostlinek. Pokus byl ukončen po 35 dnech sklizní nadzemní části.

Během vegetace byla prováděna závlaha tak, aby MKK půdy byla udržována na hodnotě kolem 60 %. Odběr eluátu byl prováděn vždy po sedmi dnech.

I. Chemické a zrnitostní složení pokusné zeminy. — Chemical composition and grain size of the experimental soil

Půdní typ; hlinito-písčité illimerizovaná půda, uložená na svoru Sorpce: T (meq/100 g) — 8,5. V (%) — 57,6. Obsah humusu: 1,43 %. Živiny (mg/100 g): K₂O (výluh ve 20% HCl): 7,0. P₂O₅ citr.: stopy. N_{celk.}: 167,0.

Zrnitostní složení (%) —	pod 0,01 mm	: 15,4	0,01—0,05 mm	: 13,1
	pod 0,001 mm	: 5,0	0,05—0,25 mm	: 22,2
	0,001—0,01 mm	: 10,4	0,25—2,00 mm	: 48,7

Při stanovení hladiny NPK živin se vycházelo z dávky 200 kg čistých živin/ha. Poměr živin byl dán poměrem N:P₂O₅:K₂O = 1:0,8:1,2; z toho vyplývá „základní dávka živin“ 0,40 g N, 0,32 g P₂O₅, 0,48 g K₂O.

Dávky živin v jednotlivých lyzimetrech

I. lyzimetr, označený jako kontrola, sloužil jako kontrolní a byl naplněn zeminou bez přidavku živin.

II. lyzimetr, označený NPK, obsahoval základní dávku živin ve formě 0,1892 g (NH₄)₂SO₄, 0,568 Ca (H₂PO₄)₂ · H₂O a 0,889 g K₂SO₄.

III. lyzimetr označený KBH, obsahoval 20,19 g karbohnojiv se stejnou hladinou N-NH₄⁺ jako v lyzimetru II. — NPK.

IV. lyzimetr, označený OMH-1, obsahoval 10,35 g chemicky preparovaných hnojiv; jejich složení udává tabulka II. Dávka dusíku v hnojivech byla ekvivalentní základní dávce N-NH₄⁺ v lyzimetru č. II.

V. lyzimetr, označený OMH-4, obsahoval 13,6 g preparovaných uhelných hnojiv pod ozn. OMH-4; jejich složení udává tabulka II. Hladina amoniakálního dusíku je opět stejná jako ve všech předchozích případech.

ANALYTICKÉ METODY

a) Analýza rostlinného materiálu zahrnovala stanovení sušiny (při 105 °C) a běžné chemické rozbor: Stanovení N_{celk.} kjeldahlizací, stanovení P₂O₅ a K₂O a stanovení popela dle metodiky ÚKZÚZ (ÚKZÚZ - Praha).

b) Analýza eluátů zahrnovala stanovení amoniakálního dusíku podle Conwaye, P₂O₅ kolorimetricky a K₂O plamenometricky.

c) Analýza zeminy: Provedena byla zrnitostní analýza a chemický rozbor, zahrnující stanovení N_{celk.}, P₂O₅ citrát. a K₂O.

II. Složení OMH-hnojiv. — Composition of the OMH-fertilizers

	OMH-1	OMH-4
Voda	12,69 %	13,62 %
Popel	38,71 %	31,17 %
Spalitelné látky	48,60 %	55,21 %
N _{celk.}	4,59 %	4,20 %
P ₂ O ₅	2,98 %	3,50 %
K ₂ O	3,63 %	3,02 %
N - NH ₄ ⁺	3,76 %	3,37 %

VÝSLEDKY

Již v průběhu vegetace bylo možno pozorovat značné rozdíly mezi jednotlivými lyzimetry. U lyzimetru č. V byl vzrůst rostlin maximální, o málo menší byl u lyzimetru č. IV, dále následoval lyzimetr č. III a II, nejslabší byly rostliny v kontrolním lyzimetru.

Výsledky analytických rozborů rostlinných materiálů, získaných po sklizni z jednotlivých lyzimetrů, jsou uvedeny v tabulce III.

Sušina. V absolutním množství sušiny nadzemní části kukuřice jeví zjevnou převahu lyzimetr č. V, kde bylo použito hnojivo typu OMH-4. Výnos sušiny je zde 12krát větší v porovnání s lyzimetrem kontrolním a zhruba 3krát větší v porovnání s druhým lyzimetrem, hnojeným pouze minerálními hnojivy. Relativní výnos sušiny vzhledem ke kontrole plyne z tabulky IV.

Popel. Rovněž v množství popela jsou nejvyšší hodnoty u pátého lyzimetru, relativní rozdíly mezi jednotlivými lyzimetry jsou o něco menší než tomu bylo u sušiny, pořadí lyzimetrů zůstává nezměněno.

Dusík celkový. Obdobně jako v předchozích výsledcích, i u dusíku celkového jeví maximum lyzimetr č. V, kde byl použit typ hnojiva OMH-4; jako další je opět hnojivo na bázi rozrušené uhelné hmoty OMH-1, teprve na třetím místě jsou karbohnojiva.

P_2O_5 a K_2O

Maximum jeví opět pátý lyzimetr, pořadí ostatních zůstává zachováno, relativní rozdíly jsou, zvláště u K_2O , podstatně větší (tabulka IV).

III. Analýza rostlinného materiálu. — Analysis of the plant material

Lyzimetr č.	Sušina	Popel	$N_{\text{celk.}}$	P_2O_5	K_2O
I	1,49	0,215	0,05	0,014	0,037
II	5,57	0,71	0,14	0,057	0,194
III	3,62	0,52	0,11	0,044	0,126
IV	12,08	1,37	0,33	0,122	0,495
V	18,33	2,11	0,47	0,184	0,634

Pozn.: Údaje v tabulce udávají vždy celkovou váhu v gramech.

IV. Zhodnocení výsledků analytických rozborů rostlinného materiálu vzhledem ke kontrole. — Evaluation of results of the analyses of plant material as compared to the control

Lyzimetr č.	Sušina	Popel	$N_{\text{celk.}}$	P_2O_5	K_2O
I	1	1	1	1	1
II	3,74	3,30	2,80	4,07	5,24
III	2,43	2,42	2,20	3,14	3,40
IV	8,10	6,37	6,60	8,71	13,38
V	12,30	9,81	9,40	13,14	17,13

Lyzimetr číslo	Dusík				Fosfor (P ₂ O ₅)			
	číslo odběru							
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
II	st.	2,55	2,01	2,50	0,14	0,12	0,14	0,14
III	st.	0,28	0,34	st.	0,09	0,08	0,08	0,08
IV	st.	0,78	0,62	0,20	0,08	0,08	0,06	0,09
V	st.	0,60	0,22	st.	0,07	0,08	0,09	0,10

Poznámka: a) údaje jsou v mg/l

b) draslík není v tabulce uveden, protože byl ve všech eluátech pouze ve stopovém množství.

Eluáty. Eluáty byly odebrány celkem čtyřikrát; z výsledků analýz je vidět, že největší eluce byla u lyzimetru s čistě minerální výživou, prakticky ve všech odběrech vykazoval lyzimetr s karbohnnojivou větší retenci živin než lyzimetry, kde byla použita hnojiva typů OMH. Výsledky analýz eluátů jsou v tabulce V.

DISKUSE

Experimentální výsledky svědčí prakticky ve všech parametrech (výnos sušiny, dusík, draslík, fosfor, resp. popeloviny) o úspěchu hnojiv typu OMH, tj. hnojiv na bázi chemicky rozrušené uhelné hmoty; z nich se pak nejlépe uplatnilo hnojivo OMH-4.

Karbohnnojiva obvyklého složení poskytují výsledky relativně nejnižší. Ve prospěch karbohnnojiv je třeba uvést minimální ztráty elucí a tím i pravděpodobnost, že následný efekt by byl u karbohnnojiv vyšší než u hnojiv OMH, čemuž nasvědčují i výsledky předchozích prací (Kovář, Dolejšková 1973).

Literatura

Řešitelský kolektiv VŠZ, 1972, Závěrečná zpráva o státním výzkumném úkolu A-0-29-25/8: Využití odpadních látek po úpravě uhlí k výrobě granulovaných karbohnnojiv, VŠZ Praha.

Řešitelský kolektiv ÚVP Běchovice, 1972, 1973, Svodná zpráva etapy studijního průzkumu o biochemickém zpracování uhelné hmoty, Ústav pro výzkum a využití paliv Běchovice, sv. 1. — 1972, sv. 2 — 1973.

Metodika stanovení dusíku, fosforu, draslíku a vápníku v rostlinném materiálu, 1973, ÚKZUZ Praha, agrochem. laboratoř.

KOVÁŘ J., DOLEJŠKOVÁ J., 1973, Mobilizace půdního dusíku při začlenění uhelné hmoty, resp. karbohnnojiv, Sborník Vysoké školy zemědělské v Praze, fakulta agro-nomická, řada A.

Došlo dne 2. 2. 1974

KOVÁŘ J., DOLEJŠKOVÁ J. (Vysoká škola zemědělská, Praha - Suchdol). *Lyzimetrické sledování chemicky preparovaných karbohnojiv*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 659-663, 1974.

V lyzimetrickém pokusu byla srovnávána účinnost dvou druhů chemicky preparovaných karbohnojiv, označených OMH-1 a OMH-4 běžně vyráběnými karbohnojivy a s čistě minerálními NPK hnojivy v ekvivalentní dávce. Optimální výsledky poskytuje hnojivo OMH-4, které v porovnání s lyzimetrem, obsahujícím minerální NPK hnojivo, dává přibližně třikrát větší výnos sušiny, dusíku, fosforu a draslíku.

lyzimetrická studie; karbohnojiva; preparovaná karbohnojiva

КОВАРЖ Й., ДОЛЕЙШКОВА Й. (Сельскохозяйственный институт, Прага-Сухдол). *Лизиметрическое изучение химически препарированных карбоудобрений*. Rostlinná výroba (Praha) 20 (6) : 659-663, 1974.

В лизиметрическом опыте сопоставлялась эффективность двух видов химически препарированных карбоудобрений, обозначенных OMH-1 и OMH-4, с нормально выпускаемыми карбоудобрениями и с чисто минеральными NPK удобрениями в эквивалентной дозе. Оптимальные результаты дает удобрение OMH-4, которое по сравнению с лизиметром, содержащим минеральное NPK удобрение, дает приблизительно в три раза больший выход сухого вещества, азота, фосфора и калия.

лизиметрическое изучение; карбоудобрения; препарированные карбоудобрения

Adresa autorů:

Ing. J. Kovář, CSc., Ing. J. Dolejšková, Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha - Suchdol

Příští číslo
ROSTLINNÉ VÝROBY, č. 7/1974,
bude věnováno

otázkám intenzifikace našeho chmelařství a minimalizaci prací při pěstování chmele při zachování tradiční vysoké jakosti sklizně hlávek chmele. Obsah čísla byl vybírán se zřetelem k mimořádnému významu zakládání nových chmelnic podle nových vědeckých poznatků. Publikované práce objasňují některé dosud neznámé vztahy mezi matečnými a nově vysázenými porosty a též mezi různě upravenou a předpěstěnou sadbou a vlastnostmi nových jedno- až čtyřletých porostů. Z výsledků uvedených prací vyplývá, že nejlepší sadbou pro nové chmelnice jsou chmelové kořenáče. A právě kořenáče předpěstované ve válcích a s nimi také vysazované jsou nutným předpokladem pro soustavnou minimalizaci některých prací v porostech.

Také závěry dalších vědeckých příspěvků jsou významné pro intenzifikaci nebo minimalizaci prací v chmelařské výrobě a řešení některých jejich důsledků, jako například z ohoru výživy a hnojení chmele: je sledován vliv výživy na výskyt a vývoj předčasného zasýchání chmelových hlávek, které působí výrobní ztráty.

ROSTLINNÁ VÝROBA čís. 7 bude obsahovat 11 vědeckých příspěvků, doplněných dokladovým materiálem.

PROFESOR DR. ING. FRANTIŠEK LANDOVSKÝ, DLOUHOLETÝ ČLEN REDAKČNÍ RADY ROSTLINNÉ VÝROBY, ODEŠEL Z NAŠEHO KRUHU

Postižen zákeřnou nemocí, opustil nás profesor ing. dr. Landovský nečekaně v nejhezčím ročním období, 28. května 1974. Nechce se věřit, že už nespatříme tu mile usměvavou tvář, člověka ochotného kdykoliv poradit, popovídat o odborných a vědeckých problémech i o problémech, které přináší všední život, ale i člověka, který byl ochoten se rozdělit i o své soukromí, o zážitky svých zálib. Miloval velice přírodu, miloval lidi a rád vyprávěl jako myslivec toho nejlepšího slova smyslu o loveckých zážitcích.

Narodil se 22. září 1900 v Mladějově u Sobotky, v prostředí Českého ráje, v početné rodině českého zemědělce. Vyrůstal v zemědělském prostředí a poznal jeho kladné stránky i obtíže. Studoval na gymnasiu v Mladé Boleslavi, načež absolvoval hospodářskou školu v Chrudimi. Po ukončení středoškolských studií se rozhodl pokračovat ve vzdělávání na zemědělské fakultě Vysokého učení technického v Praze. Po úspěšném ukončení studií a získání titulu inženýr se rozhodl zaměřit svou práci na zahradnickou, zejména na zelinářskou specializaci, ke které inklinoval již v průběhu studií. Jako perspektivní kadrová rezerva byl vyslán do Francie na praxi, kde měl možnost seznámit se se zelinářskou problematikou včetně organizace práce v předních zelinářských nebo všeobecně zahradnických závodech. Rovněž se seznámil s pěstitelskou technologií a organizací zahradnických závodů v Holandsku. Zajímal se o pěstování zelinářských druhů pro konzumní účely, avšak stejně ho zaujalo semenářství a šlechtění. Nutno poznamenat, že v té době bylo naše zahradnictví okrajovou záležitostí našeho zemědělství.

Po návratu ze studijní praxe nastoupil jako mladý specialista-odborník a vědecký pracovník do zemědělského výzkumnictví, které se v českých zemích začalo po ukončení první světové války formovat. Krátkou dobu pracoval v Chlumci nad Cidlinou ve Státním ovocnickém arboretu, avšak brzy přešel do Průhonice u Prahy, kde československý stát získal panství známého Sylvy Taruky a kde se začaly budovat základy československého zahradnického výzkumu. Průhonice se staly centrem zahradnické vědy a výzkumu, který se sem postupně koncentroval. Do Průhonice se přestěhovala výzkumná stanice zelinářská, která byla původně umístěna v Újezdě.



V té době se mladý ing. František Landovský ujal organizace a vedení stanice, kterou s nadšením budoval, rozvíjel její činnost, organizoval vědeckovýzkumné báze v praxi v různých oblastech Čech, přičemž se sám pilně věnoval vědecké práci a studiu, aby dosáhl titulu doktora technických věd a aby později obhájil habilitační práci a stal se docentem. Plných 25 let pracoval tehdy docent ing. dr. Landovský v Průhonicích jako vedoucí pracovník. Bylo to plných 25 roků úsilovné práce, vedoucí k zvelebení našeho zahradnictví a našeho zelinářství. Bylo to snad jeho nejlepší životní období jak po stránce pracovního elánu, tak i po stránce osobního života. Výzkumná stanice zelinářská, která v začátcích zaměstnávala kolem 15 lidí, se postupně zvětšovala. V r. 1936 se stala průhonická výzkumná pracoviště Výzkumným ústavem zahradnickým se zelinářským oddělením. Doc. dr. ing. Landovský shromáždil široký světový sortiment zelinářských odrůd, a to jak odrůd u nás známých zelenin, tak i odrůd zelenin, které se v té době v jiných státech běžně pěstovaly, avšak u nás byly považovány za málo známé, nebo nebyly známé vůbec. Stejně byly soustředěny sortimenty druhů a odrůd léčivých a aromatických rostlin a rostlin kořeninových. S mnohými druhy a odrůdami byly pod vedením doc. ing. dra. Landovského založeny srovnávací pokusy, byly aklimatizovány a zaváděny do pěstitelské praxe. Platí to např. o paprice, jejíž pěstování jako zeleniny nebylo v té době v českých zemích prakticky známo. Stejně to platí o cukrových melunech, o lilku jedlém, o některých skupinách salátu a řady jiných. Zároveň se sledovaly způsoby pěstování nových druhů a odrůd. Zakládaly se pokusy s rozličnou organizací porostů a zakládaly se také hnojivářské pokusy. Známe jsou práce zaměřené na fyziologické projevy některých zelinářských druhů ve vztahu k výnosům. Jsou to u nás první práce zaměřené na fotosyntetickou produkci vybraných zelinářských druhů a odrůd, zejména s rychlenými odrůdami okurek, u nichž byl sledován vliv délky světelného požitku na tvorbu pohlavních orgánů s cílem získat rostliny s převahou samicích květů.

Mimořádně významnou prací Výzkumné stanice v Průhonicích bylo její zaměření na zelinářské druhy, které byly u nás tradiční, avšak kterým nebyla věnována náležitá pozornost a péče z hlediska cílevědomého zušlechťování. Byly to v té době druhy a odrůdy na úrovni odrůd krajových. Tyto krajové odrůdy byly vyhledávány, zajišťovány a dále cílevědomě, podle stanovených metodik zušlechťovány. Byly taky vyšlechtěny některé vynikající odrůdy, které dosud patří nejen u nás, ale i ve světě k odrůdám špičkovým, dosud nepřekonaným. Platí to např. o cibuli 'Všetatská' a 'Mladoboleslavských' okurkách, stejně jako o odrůdách kedluben, zejména o skupině tzv. pražských kedluben, jimž sice věnovali mnoho práce pražští zahradníci, avšak i to byly odrůdy původně krajové. Prof. Landovský těmto odrůdám věnoval mimořádnou pozornost a vypracoval pro jejich cílevědomé šlechtění metodiky. Dosud je kedlubna 'Dvorského pražská', nyní 'Pražská bílá k rychlení', uváděna v mnoha cenících světových šlechtitelských firem, stejně jako 'Všetatská cibule', která je naším velmi dobrým vývozním artiklem. Z dalších krajových odrůd, kterým byla věnována pozornost, byla ředkvička a celer. V zelinářské stanici byly vyšlechtěny i nové původní odrůdy zelenin, jako rajče 'Průhonické', ředkvička 'Průhonická', známá okurka Landovského, celer 'Pražský obrovský', salát 'Průhonický červený', jahody 'Bohumír Landovský'. Velkou předností prof. dra. ing. Landovského bylo to, že netrval na dokončení rozpracovaných odrůd ve stanici. Nezištně předával rozešlechtěný materiál jiným šlechtitelům, kteří měli předpoklady ukončit práci. Vynikal tak šlechtitelský kolektiv prof. Landovským neformálně vedený.

Jak již bylo uvedeno, v počátcích našeho zelinářského a zahradnického výzkumnictví a šlechtitelsví neexistovaly metodiky ani pro srovnávací pokusy a vůbec pro pokusnictví, stejně jako pro šlechtění. I na tomto úseku má prof. Landovský mimořádné zásluhy, neboť se svým kolektivem tyto metodiky vypracoval. I když byly postupem vývoje upravovány, v podstatě platí doposud. Škoda, že dosud nevyšly jako samostatná publikace, když byly autorem pro publikaci připraveny spolu o popisem československých odrůd zelenin.

Nelze zapomenout na přímou i organizačtorskou práci prof. Landovského na úseku zelinářského semenářství zpracováním pěstitelských postupů. Činnost v tomto směru se zaměřila na hlavní zelinářské druhy — na cibuli kuchyňskou a na košťáloviny.

Organizoval, sám jako výzkumník a vědec, a publikoval. Vyžadovalo by si řadu dalších stránek, aby mohla být shrnuta rozsáhlá publikační činnost. Byly to jistě stovky odborných článků, vědeckých pojednání a původních vědeckých prací,

kromě knižních publikací. Prof. Landovský byl stálým členem redakčních rad našich vědeckých časopisů a spolupracoval na zemědělském naučném slovníku, pro nějž vedl část zelinářství a zároveň vedl kolektiv spolupracovníků. Je těžko vyčíslit, kolik přednášek a konzultací vykonal jen za svého působení v průhonickém ústavu.

Bylo by krivdou nezmínit se, že prof. Landovský čestně obstál v průběhu druhé světové války, kdy se musel zhostit nepopulární funkce starosty Průhonic. Kde mohl, pomohl jako čestný šlechtitelský příslušník českého národa. Snad si ani mnozí jeho spolupracovníci a občané Průhonic neuvědomili, co pro ně, buď přímo, nebo nepřímo, udělal. Po ukončení války se pustil znovu pilně do výzkumné a organizační práce. Stal se na úseku zelinářství vedoucí osobností v našem státě a položil nové základy československému zelinářství. V r. 1951 se stal hlavním vedoucím odrůdové zkušebny ÚKZÚZ, která se v r. 1954 přestěhovala do Prahy-Troje. Vedoucím této zkušebny byl do r. 1956, kdy odešel na vysoké učení zemědělské v Praze na katedru zahradnictví předávat životní zkušenosti mladším generacím. Byl našim prvním vysokoškolským učitelem zelinářství. Bez nadsázky možno říci, že za svého působení nejen na Vysoké škole zemědělské v Praze, ale zároveň na Vysoké škole zemědělské v Brně, Zahradnickém oboru se sídlem v Lednici na Moravě, kde působil externě a pravidelně byl předsedou komise pro státní závěrečné zkoušky, vychoval řadu zanícených odborníků-zahradníků, zejména zelinářů, kteří dnes tvoří kostru našeho zelinářského odvětví. Prof. ing. dr. Landovský přednášel i po odchodu do zaslouženého důchodu v 72. roce svého věku dále na Vysoké škole zemědělské v Praze a zároveň úzce spolupracoval se Zahradnickým oborem VŠZ v Olomouci, kde byl dlouholetým členem vědecké rady. Prof. Landovský udržoval nadále úzký styk se zelinářskou praxí. Rád přednášel odborníkům z JZD a státních statků. Vedle toho, že vychoval množství vynikajících odborníků-inženýrů, staral se pečlivě i o výchovu vědeckých kádřů jako školitel vědeckých aspirantů. Právem byl za svou dlouholetou a nezištnou práci pro rozkvět našeho socialistického státu jmenován profesorem.

Ještě před několika týdny jsem osobně s profesorem Landovským, s kterým jsem se znal nejen jako s předním vědeckým pracovníkem, ale i jako s velmi dobrým přítelem, hovořil. Byl plný životního elánu a plánů do budoucích let. Jeho velkým přáním bylo, abychom se maximálně soustředili na přípravu vědeckovýzkumného plánu pro další pětiletý plán. Měl zájem na bohaté publikační činnosti v našich vrcholných vědeckých časopisech i v odborném tisku. Znovu se soustředil na přepracování dlouho připravované publikace o sortimentu našich zelinářských odrůd a předpokládal, že toto dílo vyjde k uspokojení a k potřebám naší šlechtitelské praxe. Těšil se na další spolupráci v kolektivu a přislíbil aktivní pomoc při spolupráci ve Společnosti pro vědy zemědělské, lesnické a potravinářské při akademii věd, jejímž byl zakládajícím členem a kde zastával funkci jednak v hlavním výboru, jednak v zemědělské sekci. I v této společnosti vykonal kus příkladné práce.

Nikdo nepředpokládal, že za krátkou dobu po zmíněné rozmluvě se celá zahradnická a zemědělská veřejnost s prof. ing. dr. Františkem Landovským rozloučí naposled. Je naší povinností poděkovat prof. ing. dr. Landovskému za jeho mimořádné celoživotní dílo, které vykonal pro naše československé zahradnictví, kterému položil základy, rozvíjel je a pomohl je pozvednout na stávající úroveň. V prof. ing. dr. Františku Landovském ztrácíme předního vědeckovýzkumného pracovníka, avšak i člověka ušlechtilého, vzácných vlastností. Slibujeme, že budeme pokračovat ve velkém díle, které vykonal a že je budeme dále všestranně rozvíjet. Jsme hrdi na jeho odkaz, na obrovské dílo, kterým se trvale zapsal do dějin československého zahradnictví, speciálně zelinářství Budiž vzdána čest jeho památce!

Prof. ing. Jaroslav Š t a m b e r a, CSc.

SOUBOR REFERÁTŮ O DRASLÍKU V PŮDĚ

Potassium in soil. Vydal International Potash Institute, Landshut, NSR, 1972, str. 220.

V první části souboru referátů, předněných na 9. Kolokviu v Landshutu (NSR) v r. 1972, je podán přehled stávajících znalostí o draslíku v různých minerálech, závislosti jeho uvolňování na struktuře krystalů, konfiguraci atomů v mřížce a morfologických vlastnostech minerálů, fixaci draslíku a též o metodách užívaných při studiu zvětrávání minerálů. Jsou naznačeny různé směry dalšího výzkumu těchto otázek.

Další část referátů obsahuje objasnění termodynamických principů výměny iontů v půdě se zvláštním zřetelem k draslíku. Vymezení přístupnosti tohoto prvku, definovaná intenzitou, kvalitou i rychlostí má přispět ke studiu příjmu této živiny rostlinami. Je podána analýza vztahu výměny K k jiným kationtům, interakce mikroprvků v nasycení půdního komplexu, vlivu půdní reakce na jejich fixaci či uvolnění a jsou demonstrovány výsledky studia vlivu obsahu illitu na zásobení rostlin draslíkem, tak jak vyplynuly z desetiletého sledování osevních postupů, nebo v kultuře citronníku, a též pokusů provedených v klimatizovaných komorách.

Poslední část příspěvků se zabývá systémem transportu iontů v půdě. Ze studia pohybu iontů v blízkosti kořenů vyplynulo, že u draslíku jde převážně o difúzi v kapalně fázi, přičemž méně významná je role dvojí vrstvy. Bylo možné předložit jednodušší model translokace iontů směrem ke kořenům. Navržené hodnocení koncentrace iontů na periférii kořenů umožňuje spolehlivě odhadnout úlohu koncentrace iontů v půdním roztoku i ověřit názory na příjem iontů. Výsledky svědčí o tom, že ve vertikál-

ním pohybu v půdě je naproti tomu důležitější hromadný tok než difúze. Tím, že zde neexistuje rovnovážný styk, je ztížena možnost simulace modely. Pomocí elektrické ultrafiltrace je možno sledovat pevnost vazby iontů K a minerálů v půdě. Vymezení typů vazeb (zvl. iontu K), vlivu illitu a Al-iontů přispívá k objasnění procesů v půdním roztoku.

Je zdůrazněn vliv půdní vlhkosti, utužení půdy a rozvoje kořenů na příjem iontů. Zatímco v příjmu iontů NO_3 rozhoduje tok vody, má u K vliv též difúze. Současně je prokázáno, že pro hodnocení půdní úrodnosti nestačí vzhledem k jednomu iontu jen jedna hodnota. Cenné údaje pro posouzení různých aspektů půdní úrodnosti poskytují různé metody extrakce, X-analýzy u minerálů různé velikosti částic a různých typů půd. Zdůrazněna je úloha dočasných i potenciálních zásob, t. j. rychlosti uvolnění iontů draslíku. Této problematice má být věnován další výzkum.

Celý sborník je důkazem toho, že dnes ve světě běžná konfrontace dílčích výsledků studia různých aspektů poměrně úzké problematiky je přínosem nejen pro specialisty v dané oblasti, ale i důležitým zdrojem informací a podnětů pro pracovníky v celé řadě příbuzných a často prakticky zaměřených oborů.

Sborník je cenným přínosem pro řešení základních otázek takové složité problematiky, jako jsou vzájemné vztahy půdního roztoku a pevných složek půdy a není vůbec na závadu, že tyto otázky jsou probírány v jednotlivých dílčích příspěvcích.

Dr. V. Segetová

Němec A.: Úvodník	557
Kolář L.: Thermodynamika iontovýmenných dějů k vyjádření schopnosti půd zásobit rostliny živinami	559
Jelínek K., Baier J.: Vliv hnojení na výrobnost plodin v osevních sledech různých ekologických oblastí	569
Vaněk V., Knop K., Vostal J.: Využitelnost dusíku průmyslových hnojiv po hnojení slámou	579
Haman F.: Studium změn půdních fosfátů po aplikaci fosforečnanů vápenatých ve vztahu k rostlině. II. Dynamika změn půdních fosfátů v orniční zemině černozemě smyté	587
Pírk J.: Schopnost některých metod agrochemického zkoušení půd extrahovat fosfor z různých fosforečných sloučenin	599
Štaud J.: Použití fosforečnanů vápenatých ke lnu ve vztahu k výnosu a jakosti vlákna	605
Němec A.: Efektivnost podzimní zaorávky bezvodého čpavku při intenzivním dusíkatém hnojení	617
Homola V., Neuberger J.: Účinnost hlavních fosforečných sloučenin obsažených v kombinovaných hnojivech	629
Šilar J.: Bilance sodíku v rostlinné výrobě ČSSR	641
Kovář J., Dojšková J.: Karbohnnojiva a jejich efektivní aplikace na různých půdních typech	649
Kovář J., Dolejšková J.: Lyzimetrické sledování chemicky preparovaných karbohnnojiv	659
Recenze: Soubor referátů o draslíku v půdě	664

Z vědeckého života:

Profesor dr. ing. František Landovský, dlouholetý člen redakční rady Rostlinné výroby, odešel z našeho kruhu	665
--	-----

СОДЕРЖАНИЕ

Немец А.: Передовая статья	557
Коларж Л.: Термодинамика ионообменных явлений по выражению способности почв снабдить растения питательными веществами	567
Йелинек К., Баиер Й.: Влияние удобрения на продуктивность культур в севооборотах разных экологических областей	578
Ванек В., Кноп К., Востал Й.: Применимость азота минеральных удобрений после удобрения соломой	586
Гаман Ф.: Изучение изменений почвенных фосфатов после внесения фосфата кальция по отношению к растению. II. Динамика изменения почвенных фосфатов в пахотном грунте смытого чернозема	598
Пиркл Й.: Способность некоторых методов агрохимических испытаний почв экстрагировать фосфор из разных фосфорных соединений	603
Штауд Й.: Применение фосфат кальция у льна по отношению к урожаю и качеству волокна	615
Немец А.: Эффективность осеннего запахивания безводного аммиака при интенсивном азотном удобрении	626
Гомола В., Нойберг Й.: Действие главных фосфорных соединений, содержащихся в комбинированных удобрениях	639
Шилар Й.: Баланс натрия в растениеводстве ЧССР	648
Коварж Й., Дольшкова Й.: Карбоудобрения и их эффективное применение на разных почвенных типах	657
Коварж Й., Дольшкова Й.: Лизиметрическое изучение химически preparированных карбоудобрений	663
Рецензия: Сборник докладов о калии в почве	664

Из научной жизни:

Профессор д-р. инж. Франтишек Ландовский, долголетний член редакционной коллегии журнала Растениеводство, ушел из наших кругов	665
--	-----

Němec A.: Editorial	557
Kolář L.: Thermodynamics of Ion Exchange Processes for Expressing the Ability of Soils to Supply Nutrients to the Plants	559
Jelínek K., Baier J.: Influence of Fertilizing on the Production Capacity of Crops in Crop Rotations	569
Vaněk V., Knop K., Vostal J.: Utilization of Nitrogen from Industrial Fertilizers after Fertilizing with Straw	579
Haman F.: Investigation of the Changes of Soil Phosphates after Application of Calcium Phosphates in Relation to the Plant II. Dynamics of the Changes of Soil Phosphates in the Washed-off Chernozem Earth	587
Pirk J.: Ability of Some Methods of Agrochemical Soil Testing to Extract Phosphorus from Different Phosphorus Compounds	599
Štaud J.: Application of Calcium Phosphates for Fertilizing Flax in Relation to Fibre Yield and Quality	605
Němec A.: The Effectiveness of the Application of Anhydrous Ammonia Ploughed-in in Autumn in Intensive Nitrogenous Fertilization	617
Homola V., Neuberger J.: The Effectiveness of the Principal Phosphoric Compounds Contained in Combined Fertilizers	629
Šilar J.: Sodium Balance in Plant Production of Czechoslovakia	641
Kovář J., Dolejšková J.: Carbofertilizers and their Effective Application on Different Soil Types	649
Kovář J., Dolejšková J.: Lysimetric Investigation of Chemically Prepared Carbofertilizers	659
Book Review:	
Collection of Papers on Potassium in Soil	664
From Scientific Life:	
Prof. Dr. ing. František Landovský, member of the Editorial Board of Rostlinná výroba (Plant Production) of many years has departed from our circle	665

INHALT

Němec A.: Einleitungsartikel	557
Kolář L.: Thermodynamik der Ionenaustauschprozesse zum Ausdruck der Bodenfähigkeit, die Pflanzen mit Nährstoffen zu versorgen (res. E/559)	
Jelínek K., Baier J.: Einfluß der Düngung auf die Pflanzenleistungsfähigkeit in Fruchtfolgen verschiedener ökologischer Gebiete (res. E/569)	
Vaněk V., Knop K., Vostal J.: Mineräldüngerstickstoff-Ausnutzbarkeit nach Strohdüngung (res. E/579)	
Haman F.: Untersuchung der Bodenphosphatänderungen nach dem Einsatz der Kalziumphosphate mit Bezug auf Pflanzen. II. Dynamik der Bodenphosphatänderungen in der Ackerkrume des abgewaschenen Schwarzbodens (res. E/587)	
Pirk J.: Fähigkeit einiger Methoden der agrochemischen Bodenprüfung, Phosphor aus den verschiedenen Phosphatverbindungen zu extrahieren (res. E/599)	
Štaud J.: Einsatz der Kalziumphosphate zum Flachs mit Bezug auf den Ertrag und auf die Faserqualität (res. E/605)	
Němec A.: Effektivität des Herbstunterpflügens vom wasserlosen Ammoniak bei intensiver Stickstoffdüngung (res. E/617)	
Homola V., Neuberger J.: Wirkungskraft der wichtigsten, in kombinierten Düngern enthaltenen Phosphatverbindungen (res. E/629)	
Šilar J.: Natriumbilanz in der Pflanzenproduktion der ČSSR (res. E/641)	
Kovář J., Dolejšková J.: Karbodünger und ihr effektiver Einsatz auf verschiedenen Bodentypen (res. E/649)	
Kovář J., Dolejšková J.: Lysimetrische Verfolgung der chemisch präparierten Karbodünger (res. E/659)	
Buchbesprechung:	
Sammlung von Referaten über Bodenkali	664
Aus dem wissenschaftlichen Leben:	
Prof. Dr. ing. František Landovský, ein langjähriges Mitglied der Rostlinná výroba (Pflanzliche Erzeugung) hat unsere Reihen verlassen	665

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.