



ROSTLINNÁ VÝROBA

12

ROČNÍK 22 (XLIX)

PRAHA

PROSINEC 1976

CENA 18 Kčs

ROYAL 22(12)

1225 — 1300 (1976)

CS ISSN 0035—8371

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Řídí redakční rada

Prof. ing. František Hron, CSc. (předseda), ing. Jiří Apltauer, CSc., ing. Ivo Bareš, CSc., prof. ing. Karel Červenka, CSc., doc. ing. Mikuláš Derco, CSc., dr. ing. Zbyněk Facek, CSc., ing. Josef Habovštiak, CSc., ing. Josef Hlaváček, CSc., prof. ing. dr. Ladislav Hruška, DrSc., ing. Karel Jelínek, CSc., prof. dr. ing. Václav Káš, DrSc., prof. dr. ing. Vladimír Kosil, DrSc., doc. ing. Anton Kováčik, DrSc., ing. Jaroslav Lekeš, DrSc., ing. František Mráz, CSc., doc. ing. Jaroslav Prugar, CSc., prof. ing. Václav Rybáček, CSc., doc. ing. Vladimír Segefa, CSc., ing. Miloslav Schmied, CSc., ing. Vladimír Skládal, ing. Josef Slepíčka, CSc., doc. ing. Ján Švihra, CSc., ing. Juraj Uhliar, CSc.

Vedoucí redaktorka RNDr. Eva Perglerová

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1976

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

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

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

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

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

BERÜCKSICHTIGUNG DES ANORGANISCHEN STICKSTOFFS IM BODEN BEI DER N-DÜNGERBEMESSUNG ZU VEGETATIONSBEGINN

S. MÜLLER, H. ANSORGE, J. GARZ, H. STUMPE

MÜLLER S., ANSORGE H., GARZ J., STUMPE H. (Research Institute of Fertilizing, Leipzig - Potsdam, Martin Luther University, Halle - Wittenberg, GDR). *Considering Inorganic Nitrogen in Soil during Determination of Nitrogenous Fertilizer Rates at the Beginning of the Vegetation Season*. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12) : 1225-1233, 1976.

Experiments carried out on a larger scale since 1972/1973 have shown that it is necessary to take account of the content of inorganic N (N_{an}) while determining rates of nitrogenous fertilizers applied at the beginning of the vegetation season. Determination of the first N rate applied to cereals according to the N_{an} content is possible. It has proved useful to practically apply the data on the N_{an} content by means of an operational increase or decrease of rates. The N_{an} content being taken into account, the characteristics influencing considerably grain yield is involved. It helps determine more precisely rates of nitrogenous fertilizers applied to cereals. On the basis of N_{an} levels at the depth of a 0-60 cm layer in spring correction values differentiated according to five groups are presented: the N_{an} levels are summarized in five or four classes/soil groups. The increase, or the decrease, amounts to +20 to -30 kg ha⁻¹ for the first N rate applied to cereals. Furthermore possibilities of determining directly the fertilizer rates on the basis of soil N_{an} are investigated. The results obtained within three experimental years have proved such a practice possible.

determined rates of nitrogenous fertilizers; fertilizer schedule made by computers

Die starke Steigerung der zur Verfügung stehenden Menge an Stickstoff erlaubt es in der DDR das Getreide optimal mit Stickstoff zu versorgen. Damit treten aber auch zugleich Schwierigkeiten bei der Herausfindung der optimalen N-Menge im Einzelfall auf, denn schon verhältnismäßig geringe Überdosierungen können bei Getreide infolge der Lageranfälligkeit zum Teil erhebliche Ertragsminderungen zur Folge haben. Außerdem ist mit steigendem N-Angebot eine ständig steigende N-Anreicherung im Boden verbunden. Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen, daß diese N-Mengen bei der Düngerbemessung unbedingt berücksichtigt werden müssen.

Bei der Festlegung des optimalen N-Bedarfes sind in den vergangenen Jahren beachtliche Fortschritte durch die Anwendung eines EDV-Düngungssystems* erzielt worden. Bedingt durch die Abhängigkeit der Wirkung der Mineraldüngung von Witterung, Vorfrucht, Bodenart, Kulturmaßnahmen und anderen sowie der Tatsache, daß die Produktionsfunktionen Durchschnittswerte darstellen und so nur den „Normalfall“ zuverlässig beschreiben, ergeben sich im Einzelfall Abweichungen, die einer Korrektur bedürfen. Die EDV-Berechnungen, die jeweils im Vorjahr durchgeführt werden, lassen eine Berücksichtigung der Winterwitterung und

* Systém sestavování plánů hnojení pomocí samočinných počítačů

der damit möglichen Verlagerung an anorganischem N (N_{an}) im Boden nicht zu. Deshalb werden operative Korrekturen (Zu- beziehungsweise Abschläge) zur Höhe der 1. N-Gabe zu Getreide auf der Basis der unterschiedlichen Gehalte an N_{an} zu Vegetationsbeginn im Boden notwendig.

In der Literatur wird häufig über die Bestimmung des N_{an} im Boden berichtet. Angaben über dessen Bewertung fehlen jedoch oft. Aus den Ergebnissen von Gasser (1969), Petersburgskij und Nikitišen (1970), Bronner (1974) sowie Ris (1974) lassen sich deutliche Beziehungen zwischen dem Gehalt an anorganischen N im Boden und den Erträgen ableiten. Häufig dient hierfür statt N_{an} ($NH_4^+ + NO_3^-$) nur der NO_3^- -N als Basis (Nikitišen, 1969; Kočergin und Orlova, 1970; Gawronska-Kuleszowa, 1971; Braun, 1974 sowie Lola und Chomko, 1975).

Aussagen über die Düngerwirksamkeit von N_{an} ohne Angaben über die direkte Höhe der N-Düngung lassen sich aus den Untersuchungen von Peterson und Attoe (1965), Nuttall unter anderen (1971), Čukanov (1971), Hunter und Stanford (1973) sowie Ris (1974) ableiten.

Ziel der seit 1972 in der DDR durchgeführten umfangreichen Feldversuche ist die Ermittlung des Gehaltes an N_{an} zu Vegetationsbeginn im Boden und Ableitung von Parametern für deren entsprechende Berücksichtigung bei der Bemessung der N-Düngung.

MATERIAL UND METHODEN

Die N-Düngung der 62 N-Steigerungsversuche mit Winterweizen beziehungsweise Winterroggen wurde wie folgt differenziert: 0, 30, 60 beziehungsweise 90 kg ha⁻¹ zu Vegetationsbeginn sowie 40 kg ha⁻¹ zur Zeit des Schossens für alle Varianten. Im Spätherbst und zu Vegetationsbeginn wurden Bodenproben bis 100 cm Tiefe entnommen, wobei die Schichten 0–30, 30–60 und 60–100 cm getrennt erfaßt wurden. Die Zahl der Einstiche betrug 25 je Testfläche. Die Bestimmung des N_{an} erfolgte in 2 n KCl-Extrakt des bei 40–50 °C getrockneten Bodens durch Wasserdampfdestillation bei vorheriger Reduktion des Nitrat-N.

ERGEBNISSE

Die Notwendigkeit der Berücksichtigung des im Boden zu Vegetationsbeginn vorliegenden N_{an} bei der N-Düngerbemessung wird bei Betrachtung von Tabelle I deutlich. Die unterschiedlichen Gehalte einer Bodengruppe sind einmal durch unterschiedliche Abwärtsbewegung von N_{an} durch die von Jahr zu Jahr doch recht abweichenden Winterniederschläge bedingt, zum anderen aber auch auf verschiedenen hohen N_{an} -Mengen im Herbst zurückzuführen. Diese Unterschiede sind auf differenzierte Erträge und damit auch N-Entzüge der Vorfrucht und den verschiedenen hohen Mineralisierungsraten zurückzuführen. Basierend auf der Annahme, daß Korrelationen zwischen dem Gehalt des Bodens an N_{an} und dem N-Bedarf für optimalen Ertrag bestehen, ist bei steigendem N_{an} -Gehalt mit einer Reduzierung der für den optimalen Ertrag notwendigen N-Düngermenge zu rechnen. Ziel ist es, die Beziehungen zwischen dem N_{an} -Wert des Bodens und den zur Erzielung der Optimalerträge notwendigen N-

I. Mengen an N_{an} (kg/Schichttiefe) der 5 Hauptbodengruppen in den Jahren 1973—1976

Bodengruppen	Schichttiefe 0—60 cm					Schichttiefe 0—100 cm				
	N _{an} (kg ha ⁻¹)									
	1973	1974	1975	1976	Ø	1973	1974	1975	1976	Ø
Sand	62	64	50	44	55	107	78	78	76	85
Anlehmiger und lehmiger Sand	75	66	52	118	78	118	101	76	170	116
Stark sandiger und sandiger Lehm	109	80	82	78	87	175	148	119	133	144
Lehm	94	81	70	77	80	122	124	113	117	119
Löß (Schwarzerde)	126	144	92	138	125	174	263	147	210	199

-Düngermengen (N_d) zu quantifizieren. Weiterhin gilt es zu prüfen, inwieweit Allgemeingültigkeit der Beziehungen besteht.

Eine ganz einfache Auswertung der Ergebnisse dieser Versuche besteht darin, daß man als erstes alle diejenigen Versuchsglieder herausgreift, bei denen die N-Versorgung der Pflanzen das Optimum noch nicht überschritten hatte und dann den verabfolgten N-Düngermengen den in

II. Korrelationskoeffizienten einfacher linearer Regressionen

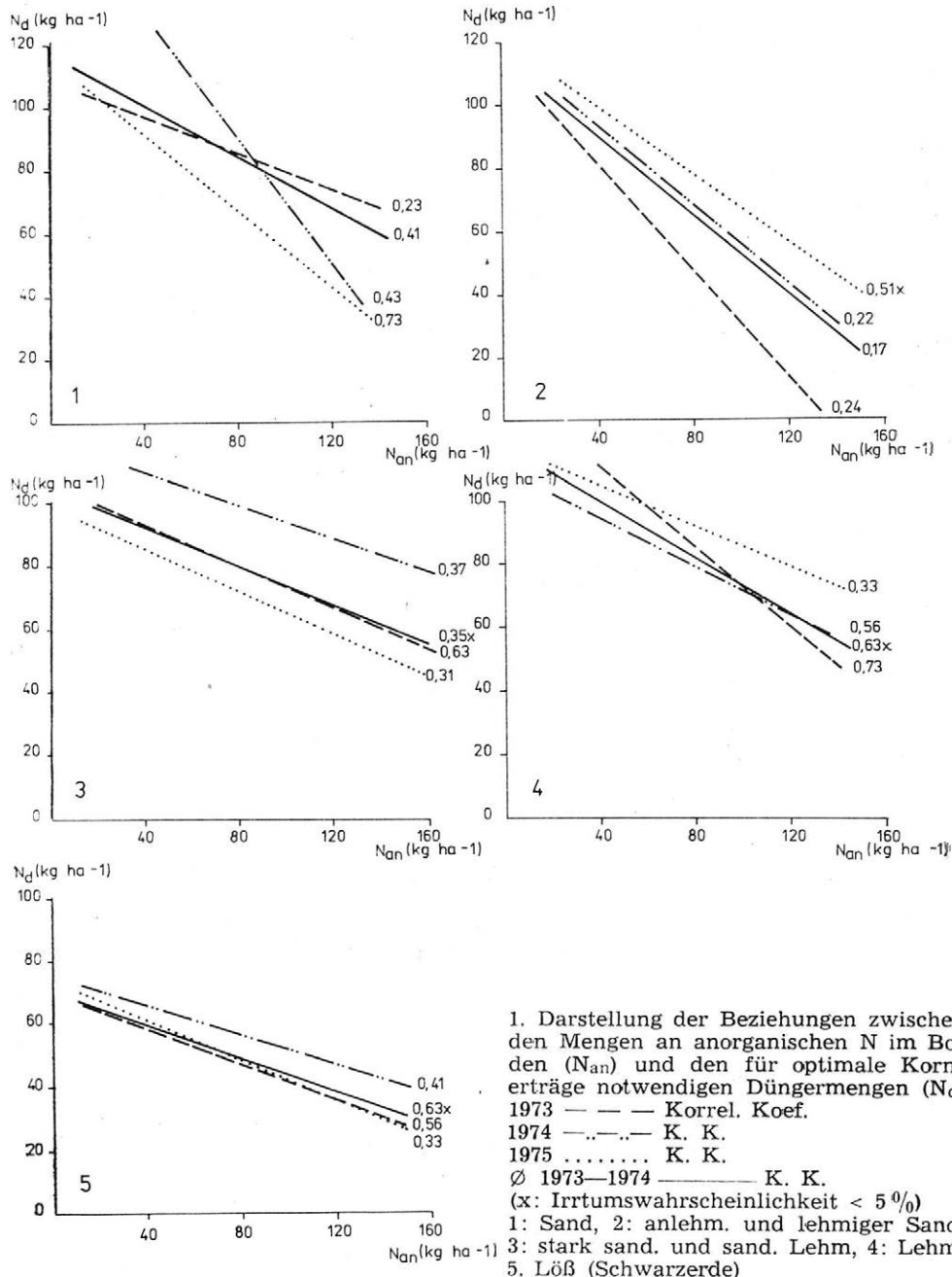
Jahr	Boden- gruppe	N _d zum optimalen Ertrag	Korrelationskoeffizienten			
			N _{an} 0—60 cm + N _d zum optima- len Ertrag	N _{an} 0—100 cm + N _d zum optima- len Ertrag	N _{an} 0—60 cm zum optimalen Ertrag	N _{an} 0—100 cm zum optimalen Ertrag
1973	Sand	negativ	0,24	0,38	0,66***	0,70***
1974		negativ	0,05	negativ	0,15	0,28
1975		0,74**	0,85***	0,86***	0,69***	0,81***
1973	Anlehmiger u. lehmiger Sand	negativ	0,17	0,19	0,43*	0,04
1974		0,14	0,31***	0,41***	0,18*	0,18
1975		0,32*	0,47**	0,48***	0,20*	0,23*
1973	Stark sandi- ger u. sandi- ger Lehm	0,17	0,69**	0,54*	0,71**	0,83***
1974		0,17	0,39*	0,23	0,25	0,04
1975		0,25	0,42*	0,38**	0,19	0,40*
1973	Lehm	0,50**	0,73**	0,41*	0,65*	0,15
1974		0,10	0,08	0,04	0,56	0,01
1975		0,54**	0,11	0,08	negativ	negativ
1973	Löß (Schwarz- erde)	0,05	0,51**	0,53**	0,40*	0,39*
1974		0,51***	0,26	0,18	0,48	0,00
1975		negativ	0,03	0,02	0,10	0,34*
Grad der Sicherung * 95 %, ** 99 %, *** 99,9 %						

jedem Versuch erzielten Optimalerträgen gegenüberstellt. Wie zu erwarten, besteht keine direkte Beziehung zwischen dem Ertrag und dem N-Dünger-aufwand (Tabelle II). Stellt man den Ertrag jedoch der Summe von $N_d + N_{an}$ (0–60 cm Tiefe) gegenüber, so ändert sich das Bild sichtbar in Richtung auf die zu erwartende Beziehung (Tabelle II). Selbst eine bloße Betrachtung der Beziehungen zwischen den N_{an} -Gehalten und den Erträgen zeigt eine relativ gute Korrelation. In der Regel ist bei N_{an} der Schicht 0–60 cm die Korrelation zum Ertrag besser als bei N_{an} der Schicht 0–100 cm. Die Korrelationen sind zwar noch relativ locker, aber die Tatsache, daß durch Einbeziehung des N_{an} bessere Korrelationen vorhanden sind, sprechen dafür, daß die Meßwerte tatsächlich das zum Ausdruck bringen, was nach den vorgegangenen Überlegungen erwartet wurde. Wenn die Beziehungen noch relativ locker sind, so ist das in Anbetracht folgender 3 Störfelder nicht verwunderlich:

1. Nachlieferung von anorganischem N im Laufe der Vegetationszeit (potentiell pflanzenaufnehmbarer N)
2. Abhängigkeit der Aufnahme des vorhandenen N_{an} von anderen Faktoren (zum Beispiel Wassergehalt des Bodens)
3. Variabilität in der Verwertung des aufgenommenen N für die Kornbildung.

Ein möglicher Ansatzpunkt, um zu strafferen Beziehungen zu kommen, ergibt sich aus der näheren Betrachtung der Faktoren, die auf die Aufnahme des N_{an} Einfluß nahmen, so zum Beispiel der Beziehungen zwischen der Tiefenverteilung an N_{an} und der Tiefenabhängigkeit des N-Aneignungsvermögens der Wurzeln. Entscheidend ist, bis zu welcher Tiefe diese Mindestbewurzelung reicht. Diese Tiefe ist nicht nur von der Kulturpflanzenart sowie den Zufälligkeiten der Witterung abhängig, sondern in erheblichem Umfang von der Bodenform. Auf den Schwarzerden beträgt diese Tiefe mit Sicherheit 100 cm, auf ausgesprochenen Sanden sicher nur 50 cm. Es ist daher naheliegend, unter diesen Umständen nicht den N_{an} einer einheitlichen Bodenschicht in Rechnung zu setzen. Bei einer ersten Betrachtungsweise wird vorrangig auf die Schichttiefe 0–60 cm orientiert, da diese Zone für die Durchwurzelung in der Zeit zwischen erster und zweiter N-Gabe zu Getreide in Frage kommen dürfte und somit auch die Wasser- und damit auch Nährstoffaufnahme entsprechend festgelegt ist. Zum Termin der zweiten Stickstoffgabe wird ohnehin die Pflanzenanalyse als Bemessungsgrundlage der Düngung herangezogen.

Ausgehend von der Erkenntnis, daß die Berücksichtigung des Gehaltes an N_{an} im Boden zu Vegetationsbeginn bei der Düngerbemessung sich als notwendig und auch gangbar erweist, erhebt sich die Frage, wie die doch recht unterschiedlichen N_{an} -Mengen des Boden quantitativ zu berücksichtigen sind. In der Abbildung 1 sind die entsprechenden Ergebnisse für die drei Versuchsjahre beziehungsweise den Durchschnitt der drei Jahre dargestellt. Vergleicht man die Verläufe der Regressionsgeraden aller 3 Jahre einer Bodengruppe, so ist bis auf die Sandböden eine relativ gute Übereinstimmung gegeben. Sowohl im a-Wert der Funktion als auch im linearen Glied liegen vergleichsweise gute Analogien vor. Auf Sandboden ist ein deutlicher Unterschied im a-Wert der Funktion und damit auch im Kurvenverlauf (Unterschiede im Ertragsniveau in den einzelnen Jahren)



feststellbar. So sind bei einem Ø N_{an} -Gehalt von 55 kg ha⁻¹ im Jahre 1973 90 und im Jahre 1974 110 kg ha⁻¹ N-Dünger (1. + 2. Gabe) notwendig. Bei der Betrachtung der Ergebnisse ist davon auszugehen, daß bei N_d immer beide N-Gaben als Einheit betrachtet werden. Um Aussagen über die Bemessung der 1. N-Gabe zu Getreide machen zu können, ist eine optimale 2. N-Gabe von 40 kg ha⁻¹ in Abzug zu bringen.

Der relativ niedrige Korrelationskoeffizient ist bei einigen Boden-
gruppen (zum Beispiel Sand) auf den niedrigen Stichprobenumfang, aber
auch auf nicht ohne weiteres erklärbare Abweicher zurückzuführen. Die
Ursache für diese Abweicher sind aber nicht im Ungeeignetsein des N_{an}
als Bemessungsgrundlage, sondern vielmehr im Einfluß der verschiedenen
ertragsbeeinflussenden Faktoren zu suchen. Es ist anzunehmen, daß in
einigen Fällen die Wirkung solcher Faktoren die Ertragsbildung so weit
beeinflußt, daß der Effekt des N_{an} im Boden überdeckt wird.

Wenn auch eine direkte praktische N-Düngerbemessung auf einzelnen
Schlägen auf der Basis des N_{an} im Boden auf grund des Fehlens geeig-
neter zuverlässiger Parameter zur Zeit nicht möglich ist, können den-
noch für die nächsten Jahre bessere Korrekturwerte gegeben und somit
grobe Düngungsfehler vermieden werden. So ist eine Korrektur durch Klas-
sifizierung auf Basis der in Abbildung 1 dargestellten Regressionsgeraden
möglich (Tabelle III).

III. Bemessung der 1. N-Gabe zu Getreide auf Basis von Boden- N_{an} -Untersuchun- gen durch Klassenbildung

Bodengruppe	N_{an} kg je Schicht 0–60 cm	Notwendiger N_d -Gesamt- aufwand (kg ha ⁻¹)	Notwendige 1. N-Gabe (kg ha ⁻¹)	Zuschläge bzw. Abschläge (kg ha ⁻¹) zur 1. N-Gabe nach EDV-Empfehlung
Sand	<30	120	80	+20
	30–60	100–120	70	+10
	60–90	80–100	60	± 0
	>90	80	50	–10
Anlehmiger und lehmiger Sand, stark sandiger und sandiger Lehm	<30	100	65	+15
	30–60	80–100	55	+ 5
	60–90	60–80	45	– 5
	>90	60	35	–15
Lehm	<40	100	60	+10
	40–70	85–100	50	± 0
	70–100	70–85	40	–10
	100–130	55–70	30	–20
	>130	55	20	–30
Löß (Schwarzerde)	<40	80	50	+10
	40–80	60–80	40	± 0
	80–120	40–60	30	–10
	120–160	30–40	20	–20
	>160	30	10	–30
bei >240 kg ha ⁻¹ N_{an} auf Lehm und Löß keine 1. N-Gabe bei >160 kg ha ⁻¹ N_{an} auf Sand bis stark sandigem Lehm maximal 35 kg ha ⁻¹ als 1. N-Gabe				

DISKUSSION

Aus den N_{an} -Mengen und den laut Regressionsgeraden notwendigen
 N_d -Gesamtmengen für den optimalen Ertrag wurde die schon erwähnte
Aufteilung in 1. und 2. Gabe vorgenommen. Eine analoge Klassenbildung
auf Basis des NO_3 -Gehaltes im Boden wird auch von Nikitišen

(1969) und Kočergin (1974) vorgenommen, wenn auch nur indirekte Aussagen, das heißt über die N-Düngungseffektivität gegeben werden. Ward (1971) gibt auch Düngungsempfehlungen für Zuckerrüben, die auf dem NO_3 -Gehalt basieren. Alkier unter anderen (1972) gibt Mineraldüngeräquivalente für den N_{an} des Bodens.

Ausgehend von den ermittelten Beziehungen zwischen den N_{an} -Gehalten des Bodens und den für optimale Erträge notwendigen N-Düngermengen werden seit 1973 der Praxis Korrekturwerte (Zu- beziehungsweise Abschläge zur Höhe der 1. N-Gabe nach EDV-Empfehlung) gegeben. Die Kornerträge von Versuchsserien bestätigen die Richtigkeit dieser Korrekturwerte. Bei Einbeziehung des N_{an} bei der Düngerbemessung erhöht sich die Treffsicherheit bei der Verabreichung der optimalen N-Düngung.

Ein Vergleich der N_d -Mengen auf Basis EDV-Empfehlung mit denen auf Basis N_{an} zeigt, daß letztere der N_d -Bemessung überlegen ist. Die Ergebnisse zeigen, daß die Berücksichtigung von N_{an} als eine den Ertrag nicht unwesentlich beeinflussende Größe als vorteilhaft erscheint.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Berücksichtigung der unterschiedlichen Gehalte an pflanzenverfügbarem Stickstoff im Frühjahr bei der Bemessung der N-Düngung zu Getreide ist notwendig. Die zur Zeit vorgenommene Form der Berücksichtigung des anorganischen N bis 60 cm Tiefe (NH_4^+ und NO_3^- -N) im Boden als Zu- beziehungsweise Abschläge zur EDV-Düngungsempfehlung hat sich als richtig erwiesen.

Durch die Einbeziehung des anorganischen N wird eine den Kornertrag wesentlich beeinflussende Größe erfaßt. Die Versuchsergebnisse zeigen, daß auch dadurch eine höhere Treffsicherheit bei der Verabreichung der optimalen N-Düngung erreicht wird. Die Korrekturwerte – basierend auf dem Gehalt an anorganischen N zu Vegetationsbeginn – werden nach Bodengruppen getrennt ausgewiesen, wobei die anorganischen N-Werte in 4 beziehungsweise 5 Klassen zusammengefaßt werden. Die Zu- beziehungsweise Abschläge betragen + 20 bis – 30 kg ha⁻¹ zur 1. N-Gabe. Weiterhin werden Möglichkeiten einer direkten Düngerbemessung auf der Grundlage des Gehaltes an anorganischem N diskutiert. Die erzielten Ergebnisse in 3 Versuchsjahren schließen eine solche Verfahrensweise nicht aus.

Literatura

- ALKIER, A. G. — RACZ, G. J. — SOPER, S. J.: Effects of foliar- and soil-applied nitrogen and soil nitrate-nitrogen level on the protein content of Nespawo wheat. *Canad. J. Soil Sci.*, Ottawa, 52, 1972, s. 301-309.
- BRAUN, H.: Nitratentwicklung beeinflusst den Kornertrag. *Mitt. DLG*, Frankfurt, 1974, č. 8, s. 216-220.
- BRONNER, H.: Der leichtlösliche Stickstoff in Zusammenhang mit Kenndaten des Bodens und der Rübenentwicklung. *Landwirtschaftliche Forschung*, Frankfurt/M., 27, 1974, č. 30, II. Sonderheft s. 39-44.
- ČURANOV, V. J.: Efektivnost azotnych udobrenij v svjazi s soderžaniem usvojaemogo azota v serych lesnych počvach Novosibirskoj oblasti. *Agrochimija*, Moskva, 11, s. 11-14.
- GASSER, J. R. K.: Available soil nitrogen, its measurement and some factors affecting its correlation with crop performance. *Rep. Welsh soils. Discussion group*, Aberystwyth, Wales, 10, 1969, s. 76-92.

- GAWRONSKA-RULESZOWA, A.: Proba ustalenia zalezonosci miedzy zawastoscia azotanow w glebie w okresie wegetacji roslin a ich plonowaniem. Roczniki Nauk rolniczych Ser. A, 97, 1971, č. 3, s. 31-46.
- HUNTER, A. S. — STANFORD, G.: Protein content of winter wheat in relation to rate and time of nitrogen fertilizer application. *Agronomy J.*, 65, 1973, s. 772-774.
- KOČERGIN, A. E.: Dinamika potrebnosti sefskoch. kultur v azotnych udobrenijach na černoz. zapadn. Sibiri. *Chimija v sel. choz.*, Moskva, 12, 1975, s. 889-892.
- KOČERGIN, A. E. — ORLOVA, L. M.: Nitrificirujuščaja sposobnost' černozemnyh počv zapadnoj Sibiri i effektivnost' azotnyh udobrenij. *Agrochimija*, Moskva, 4, 1970, s. 11-17.
- LOLA, M. V. — CHOMKO, V. G.: Urožaj ozimoj pšenicy na predkavkazskom černozeme i soderžanije nitratnogo azota v jeho pachotnom sloje. *Chimija v sel. choz.*, Moskva, 138, 13, 1975, č. 4, s. 245-249.
- NIKITIŠEN, V. I.: Agrochemičeskie metody prognoza effektivnogo udobrenija v uslovijach černozemov lesostepnoj zony ZCC. [Dissertation.] Moskva 1969.
- NUTTAI, W. F. — ZANDSTRA, H. G. — BOWREN, K. E.: Exchangeable ammonium- and nitrate-nitrogen related to yields of Conquest barley grown as second or third crop after fallow in northeastern Saskatchewan. *Canad. J. Soil Sci.*, Ottawa, 51, 1971, č. 3, s. 371-377.
- PETERSON, L. A. — ATTOE, O. J.: Importance of soil nitrates in determination of need and recovery of fertilizing nitrogen. *Agronomy J.*, 57, 1965, č. 6, s. 572-574.
- PETERBURGSKIJ, A. V. — NIKITIŠEN, V. I.: Sravnenije agrochemičeskich metodov prognoza dejstvija azotnyh udobrenij pod ozimuju pšenicu na černozeme. *Agrochimija*, Moskva, 10, 1970, s. 54-64.
- RIS, J.: Stikstofbemestingsadviezen voor bouwland. *Stikstof*, Nr. 78, Bd. 7, 1974, s. 168-173.
- WARD, R. C.: $\text{NO}_3\text{-N}$ soil test. Approaches to use and interpretation. *Communic. in Soil Science and Plant Analysis*, 2, 1971, s. 61-71.

Eingegangen am 7. 7. 1976

MÜLLER S., ANSORGE H., GARZ J., STUMPE H. (Ústav pro výzkum hnojení, Lipsko - Postupim, Univerzita Martina Luthera, Halle - Wittenberg, NDR). *Přihlédnutí k anorganickému dusíku v půdě při vyměřování dávek dusíkatých hnojiv na počátku vegetačního období*. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12): 1225-1233, 1976.

Z pokusů prováděných ve větším rozsahu od roku 1972/1973 vyplývá nutnost přihlédnout k obsahu anorganického N (N_{an}) při stanovování množství dusíkatých hnojiv aplikovaných na počátku vegetačního období. Stanovení velikosti 1. dávky dusíku při aplikaci k obilovinám podle obsahu N_{an} se jeví jako schůdný způsob. Jako velmi užitečné se projevilo doposud praktikované využití údajů o obsahu N_{an} ve formě operativního zvětšování nebo zmenšování dávek. Zahrnutím obsahu N_{an} zachycujeme veličinu, která podstatným způsobem ovlivňuje výnos zrna. Přihlédnutí k obsahu N_{an} vede ke zpřesnění kvant dusíkatých hnojiv aplikovaných na obilí. Na základě hodnot N_{an} v hloubce vrstvy 0-60 cm na jaře uvádíme korekční hodnoty diferencované podle pěti půdních skupin, přičemž hodnoty N_{an} shrnujeme do pěti, popř. čtyř tříd/půdních skupin. Doplnění, popř. ubírání činí +20 až -30 kg na 1 ha při prvé dávce N k obilí. Dále se zkoumají možnosti přímého stanovení množství dávky hnojiv na základě N_{an} v půdě. Výsledky docílené za tři roky pokusů svědčí pro to, že takovýto postup je možný.

odměřené dávkování dusíkatých hnojiv; plán hnojení s pomocí samočinných počítačů

МЮЛЛЕР С., АНСОРГЕ Г., ГАРЗ ДЖ., ШТУМПЕ Г. (НИИ удобрения, Лейпциг - Потсдам, Университет им. Мартина Лютера, Галле - Виттенберг, ГДР). *Неорганический азот в почве при определении доз азотных удобрений в начале вегетационного периода*. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12): 1225-1233, 1976.

Проводимые с 1972/73 г. обширные опыты показали необходимость учитывать содержание неорганического азота (N_{an}) при определении количества азотных удобрений для их внесения в начале вегетационного периода. Хорошим способом представляется определение количества 1 дозы азота под зерновые в зависимости от содержания N_{an} . Весьма полезным оказалось практикуемое до сих пор применение данных о содержании N_{an} в форме оперативного увеличения или уменьшения доз. Путем включения содержания неорганического азота

мы получаем величину, которая в существенной мере обуславливает урожай зерна. Учет вание содержания N_{an} ведет к уточнению количеств азотных удобрений, вносимых под зерновые. На основе величин N_{an} на глубине слоя 0—60 см весной коррекционные величины приводятся дифференцированно, на основе 5 групп почв, причем значения N_{an} включаются в 5 или 4 класса почвенных групп. Дополнение или сбалансирование составляет от +20 до -30 кг/га при первой дозе азота к зерновым. Кроме того, изучаются возможности непосредственного определения нормы удобрений на основе N_{an} в почве. Длительные 3 года опыты свидетельствуют о возможности проведения такого приема.

дозировка азотных удобрений; план удобрений с помощью ЭВМ

MÜLLER S., ANSORGE H., GARZ J., STUMPE H. (Institut für Düngungsforschung, Leipzig - Potsdam, Martin-Luther-Universität, Halle - Wittenberg). *Berücksichtigung des anorganischen Stickstoffs im Boden bei der N-Düngerbemessung zu Vegetationsbeginn*. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12) : 1225-1233, 1976.

Auf Grund der seit 1972/73 in größerem Umfang durchgeführten Versuche wird die Notwendigkeit der Berücksichtigung des Gehaltes an anorganischem N (N_{an}) zu Vegetationsbeginn bei der N-Düngerbemessung deutlich. Die Bemessung der 1. N-Gabe zu Getreide auf der Basis des N_{an} -Gehaltes erscheint als gangbarer Weg. Zumindest hat sich die seitdem vorgenommene Berücksichtigung des N_{an} in Form von operativen Zu- beziehungsweise Abschlägen als unerlässlich erwiesen. Durch Einbeziehung des Gehaltes an N_{an} wird eine den Kornertrag wesentlich beeinflussende Größe erfaßt. Die Berücksichtigung der N_{an} -Menge führt zu einer Präzisierung der N-Düngerbemessung zu Getreide. Auf Grund der N_{an} -Werte der Schichttiefe 0—60 cm im Frühjahr werden die Korrekturwerte differenziert nach 5 Bodengruppen gegeben, wobei die N_{an} -Werte in 5 beziehungsweise 4 Klassen/Bodengruppe zusammengefaßt werden. Die Zuschläge beziehungsweise Abschläge betragen +20 bis -30 kg ha⁻¹ zur 1. N-Gabe zu Getreide. Weiterhin werden Möglichkeiten einer direkten Düngerbemessung auf der Basis der N_{an} -Werte im Boden untersucht. Die in drei Versuchsjahren erzielten Ergebnisse lassen eine solche Verfahrensweise als möglich erscheinen.

N — Düngerbemessung; EDV — Düngungssystem

Adressen der Autoren:

Dr. Siegfried Müller, dr. Herman Ansorge, dr. Hermann Stumpe, Institut für Düngungsforschung, Leipzig - Potsdam, NDR

Dr. Joachim Garz, Martin-Luther-Universität, Halle - Wittenberg, NDR

Výběr z nových přírůstků
Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ
z oboru rostlinné výroby

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

HALL, H. — WADS, S. — VOSS, R. E. C 23.327/2771

Starting seeds indoors.

Berkeley (Calif.), University 1975. 3 s. obr. (Zeleninové sazenice — pěstování / Zeleninové sazenice — přesazování)

KUZLJAKINA, V. M. E 32.262/891

Proizvodstvo ovoščeja na promyšlennoj osnove v zaščiščennom grunte.

Moskva, VNIITEISCh 1975. 86 s. 17 tab. Obzornaja informacija 891. (Zelínářství skleníkové — studijní zpráva — SSSR)

D 66.109

Oranžerijno zelenčukoproizvodstvo.

Plovdiv, Chr. G. Danov 1975. 409 s. 74 obr., 52 tab. (Zelínářství skleníkové — příručka)

D 27.978/49

Bjulleten' Vsesojuznogo instituta rastenijevodstva imeni N. I. Vavilova. Vyp. 49. **Tepličnoje ovoščevodstvo-Zapoljerju.**

Leningrad, VASCHNIL 1975. 82 s. tab. (Zelenina — pěstování — skleníky — polární oblasti — sborník — SSSR)

POERINK, Ir. H. J. — KRAKER, J. de — ROL, W. C 22.662/74

Teelt van Witterkol en verwerking tot zuurkool in de Elzas (Frankrijk).

Alkmaar, Proefstation voor de groenteteelt in de vollegrond 1975. 17 s. Rapport 74. (Zelí hlávkové — pěstování — Francie — Alsasko)

E 37.581

Zelennyje ovoščnyje kul'tury.

Leningrad, Lenizdat 1975. 141 s. obr. tab. (Zelenina listová — pěstování — příručka)

MUCHANOVA, Ju. I. E 37.721

Zelennyje ovošči.

Moskva, Moskovskij rabočij 1975. 110 s. 22 obr. (Zelenina listová — pěstování)

VYUŽITÍ ANORGANICKÝCH ROZBORŮ ROSTLIN K DOHNOJOVÁNÍ OZIMÝCH PŠENIC DUSÍKEM

J. BAIER

BAIER J. (Institute of Plant Nutrition, Research Institutes for Crop Production, Praha - Ruzyně). *Application of the Results of Inorganic Plant Analyses in Additional Dressing of Winter Wheats with Nitrogen*. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12) : 1235-1243, 1976.

Fifty one field manurial trials with winter wheat were performed on eleven sites having various soil and climatic conditions in the years 1965—1971; rates of nitrogen applied at the beginning of shooting were differentiated — 0, 30, 60 and 90 kg N ha⁻¹; it was found that in normally dense stands which contained in aboveground dry matter more than 12.5 parts of nitrogen per one part of phosphorus (N/P > 12.5) in the phase of 6th leaf formation (i. e. in the 4th vegetation phase according to Feekes) nitrogenous fertilization at the rate of 30 kg N ha⁻¹ did not practically affect grain yields. Stands with a lower ratio of nitrogen taken up (N/P = 10.1 to 12.5) responded, however, to this nitrogen rate favorably. The effect of the rate of 60 kg N ha⁻¹ was still positive in stands with higher nitrogen deficiency (N/P = 8.6 to 10.0); only did the stands characterized by great nitrogen deficiency show increased yields after application of the rate of 90 kg N ha⁻¹. In winter wheat stands that were thin or suffered from drought from shooting to earing optimal rates of nitrogen were higher under the same nutritional level. The results obtained were applied at working out a method of utilizing inorganic plant analyses for optimization of nitrogen rates in production additional dressing of winter wheats.

winter wheat; nitrogenous additional dressing; inorganic plant analyses

Rostlinné živiny jsou základním výnosotvorným prvkem fotosyntetického procesu, jejichž příjem můžeme do značné míry ovlivňovat hnojením.

Základy cílevědomé výživy rostlin byly proto položeny teprve agrochemií, která umožnila sledovat pohyb živin ve fotosyntetickém procesu, a to již od přípravné fáze přísunu anorganických živin do výživného prostředí až po jejich využití ve vlastním výrobním procesu pro tvorbu organické hmoty rostlin v průběhu jejich růstu a vývoje.

Již více jak 100 let je zjišťován chemickou analýzou obsah živin v hnojivech, výživném prostředí, ale především v rostlinách.

Hodnocením stavu výživy rostlin podle obsahu živin v rostlinách (koncentrací) se již zabýval Hellriegel (1869) a po něm celá řada dalších autorů.

Teprve však Lundegårdh (1934) a Macy (1936) svými metodami hodnocení stavu výživy obilnin na základě chemického složení rostlin ukázali cestu k hledání výmluvnějších metod pro správné vyživování zemědělských plodin.

Popud k řešení otázky využívání anorganických rozborů rostlin pro dohnojování jednoletých polních plodin, především obilnin, daly u nás práce Koláříka (1959), Bezděka (1964) a Škopíka (1969).

I. Půdně-klimatická charakteristika stanovišť souborů pokusů s dohnojováním ozimých pšenic v letech 1965 až 1971. — Soil and climatic characteristics of the sites where sets of manurial trials with winter wheats were performed in the years 1965—1971

Stanoviště (okres)	Výrobní typ	Průměrná nadmořská výška v m	Klimatické podmínky (50letý průměr)		Půdní podmínky		Počet pokusů
			srážky v mm	teplota ve °C	genetický půdní typ	zrnatostní složení	
Pohořelice (Břeclav)	kukuřičný	194	499	9,0	černozem	střední	4
Ivanovice na Hané (Vyškov)	řepařský	230	542	8,4	černozem	střední	3
Uhřetice (Chrudim)	řepařský	255	622	8,2	černozem degradovaná	střední	4
Bohuslavice nad Metují (Náchod)	řepařský	285	618	7,6	hnědozem illimerizovaná, slabě oglejená	těžká	4
Kostelec nad Orlicí (Rychnov nad Kněžnou)	řepařský	300	691	7,2	hnědá půda	střední	2
Chomutov (Chomutov)	řepařský	300 310	497	7,6	hnědozem černozem	střední	4
Čáslav (Kutná Hora)	řepařský	330	590	8,1	černozem	střední	6
Hadačka (Plzeň-sever)	bramborářský	465	490	7,3	hnědozem	střední	8
Lukavec (Pelhřimov)	bramborářský	610	686	6,8	hnědá půda	lehká	11
Rodvínov (J. Hradec)	bramborářský	650	655	7,0	hnědá půda	lehká	1
Horní Štěpánov (Prostějov)	bramborářský	660	711	7,5	hnědá půda	střední	4
Celkem							51

V zahraničí je věnována analýze jednoletých rostlin za účelem zjištění potřeby hnojení značná pozornost v SSSR (Cerlingová, 1971), v BLR (Nestorová, 1972), v NDR (Bergmann, 1972 a Neubert et al., 1971) a v Dánsku (Nielsen, 1970, 1972).

Naše práce na úseku výzkumu využití anorganických rozborů rostlin se opírají o poznatky, které jsme v předešlých letech získali na úseku základních principů výživy rostlin a z nichž vyplynul obecný poznatek, že pro tvorbu výnosu jsou živiny ve fotosyntetickém procesu maximálně využity tehdy, jestliže jsou v rostlině ve vzájemně vyváženém poměru, který je typický pro druh, popř. odrůdu a vegetační fázi (Baier, 1968, 1972, 1974).

MATERIÁL A METODY

Exaktní polní hnojařské pokusy s ozimou pšenicí provedené v letech 1965–1971 byly rozmístěny na různých půdně-klimatických stanovištích (tab. I).

Pokusy obsahovaly následující standardní kombinace:

0 — bez přihnojení na začátku sloupkování;

N₁ — 30 kg N v ledku amonném s vápencem na začátku sloupkování;

N₂ — 60 kg N v ledku amonném s vápencem na začátku sloupkování;

N₃ — 90 kg N*) v ledku amonném s vápencem na začátku sloupkování;

[*) = u tří pokusů tato kombinace zařazena nebyla.

Další 1 až 3 nestandardní kombinace byly přihnojeny na začátku sloupkování podle výsledků anorganického rozboru rostlin na obsah N, P, K, Ca a Mg v sušině nadzemní hmoty. Vzorčky byly odebrány na začátku tvorby 6. lístku¹⁾, tj. ve 4. fázi dle Feekese (na začátku prodlužování listových pochev) a analyzovány podle běžných metod (Baier et al., 1972).

Pokusné parcelky měly výměru 8 × 8 m nebo 10 × 10 m a sklizňovou plochu 25 m² při čtyřech opakováních.

Soubor 51 pokusů zahrnuje 24 pokusů provedených v bramborářském výrobním typu, 23 pokusů v řepářském výrobním typu a 4 pokusy v kukuřičném výrobním typu. Tři z těchto pokusů byly provedeny v roce 1965 a v roce 1966, sedm v roce 1967, devět v roce 1968, šest v roce 1969, dvanáct v roce 1970 a jedenáct v roce 1971.

Do pokusů byla zařazena odrůda 'Zora' (21krát), 'Kaštická osinatka' (14krát), 'Mironovská' (4krát), 'Jubilar' (3krát), 'Lada' (3krát), 'Hadmerslebener Qualitas' (3krát), 'Fanal' (2krát), 'Diana I.' (1krát).

Na základě výsledků anorganických rozborů rostlin (na začátku tvorby 6. listu) byly porosty rozděleny do 5 skupin stavu výživy dusíkem. Kritériem byla relace přijatého dusíku k fosforu (N/P) vypočtená z koncentrace těchto živin v sušině nadzemní hmoty. Do skupiny bez schodku dusíku bylo zařazeno 14 porostů s hodnotami N/P nad 12,5. Mírný schodek dusíku (hodnoty N/P od 10,1 do 12,5) vykazovalo 23 porostů, střední schodek (N/P od 8,6 do 10,0) mělo 7 porostů a hluboký (N/P od 7,5 do 8,5) 4 a velmi hluboký schodek (N/P pod 7,5) 2 porosty.

VÝSLEDKY

Hodnoceny byly sklizňové výsledky zrna docílené hnojením na začátku sloupkování ve vztahu k jejich stavu výživy zjišťovaném na začátku tvorby 6. listu (4. fáze listu dle Feekese) anorganickým rozbo-rem rostlin.

¹⁾ to je v době, kdy ca u 1/4 rostlin se objevuje 6. lístek; převážná většina rostlin má tedy 5 lístků.

U porostů, které nevykazovaly na začátku tvorby 6. listu schodek dusíku (hodnoty N/P vypočtené z koncentrace těchto živin v sušině nadzemní hmoty, ležely nad 12,5) a byly normálně husté, dusíkaté hnojení v dávce 30 kg N ha⁻¹ výnosy zrna prakticky neovlivnilo (tab. II).

Naproti tomu u porostů, které rovněž nevykazovaly schodek dusíku, ale jejichž hustota byla řídká až velmi řídká, působilo dusíkaté hnojení v dávce 30 kg N ha⁻¹ výnosy zrna prakticky neovlivnilo (tab. II).

Porosty s mírným schodkem dusíku (hodnoty N/P ležely mezi 10,1 až 12,5), normálně husté, reagovaly výraznými přírůstky výnosu na přihno-

II. Reakce porostů ozimých pšenic bez schodku dusíku, normálně hustých, na hnojení dusíkem. — Response of normally dense winter wheat stands, no nitrogen deficiency, to nitrogenous fertilizing

Charakteristika výživného, popř. biologického stavu porostů	Hnojení na začátku sloupkování	Počet pokusů	Průměrný výnos zrna v t ha ⁻¹	Rozdíl ve výnosech zrna
Porosty bez schodku dusíku (N/P nad 12,5) normálně husté	bez přihnojení dusíkem	7	4,03	×
	přihnojeno 30 kg N ha ⁻¹ v LAV		3,94	-0,9

III. Reakce porostů ozimých pšenic bez schodku dusíku, řídkých až velmi řídkých, na hnojení dusíkem. — Response of thin to very thin winter wheat stands, no nitrogen deficiency, to nitrogenous fertilizing

Charakteristika výživného, popř. biologického stavu porostů	Hnojení na začátku sloupkování	Počet pokusů	Průměrný výnos zrna v t ha ⁻¹	Rozdíl ve výnosech zrna
Porosty bez schodku dusíku (N/P nad 12,5) řídké až velmi řídké	bez hnojení dusíkem	7	3,83	×
	přihnojeno 30 kg N ha ⁻¹ v LAV		4,41	+5,8

IV. Reakce porostů ozimých pšenic s mírným schodkem dusíku, normálně hustých, na hnojení dusíkem. — Response of normally dense winter wheat stands, slight nitrogen deficiency, to nitrogenous fertilizing

Charakteristika výživného, popř. biologického stavu porostů	Hnojení na začátku sloupkování	Počet pokusů	Průměrný výnos zrna v t ha ⁻¹	Rozdíl ve výnosech zrna
Porosty s mírným schodkem dusíku (N/P od 10,1 do 12,5) normálně husté	bez hnojení dusíkem	17	3,79	×
	přihnojeno 30 kg N ha ⁻¹ v LAV		4,15	+3,6
	přihnojeno 60 kg N ha ⁻¹ v LAV		4,17	+3,8 +0,2

jení dávkou 30 kg N ha⁻¹. Dvojnásobná dávka dusíku 60 kg N ha⁻¹ výnosy však již v podstatě neovlivnila (tab. IV).

Příznivou reakci na zvýšenou dávku 60 kg N ha⁻¹ naproti tomu vykazovaly porosty, které vedle mírného schodku dusíku byly nedostatečně zahuštěné (řidké), popř. ty, které byly postiženy přísuškem v době sloupkování až metání (tab. V).

V. Reakce porostů ozimých pšeníc s mírným schodkem dusíku, řídkých porostů, popř. ovlivněných přísuškem ve sloupkování až metání, na hnojení dusíkem. — Response of thin, or influenced by drought from shooting to earing, winter wheat stands, slight N-deficient, to nitrogenous fertilizing

Charakteristika výživného, popř. biologického stavu porostů	Hnojení na začátku sloupkování	Počet pokusů	Průměrný výnos zrna v t ha ⁻¹	Rozdíl ve výnosech zrna
Porosty s mírným schodkem dusíku (N/P = 10,1 až 12,5) řídké nebo s přísuškem od sloupkování do metání	bez hnojení dusíkem	6	4,03	×
	přihnojeno 30 kg N ha ⁻¹ v LAV		4,20	+1,7 ×
	přihnojeno 60 kg N ha ⁻¹ v LAV		4,69	+6,6 +4,9

Porosty se středním schodkem N (hodnoty N/P mezi 8,6 až 10,0), normálně husté, reagovaly jednoznačně pozitivně na přihnojení dávkou 60 kg N ha⁻¹, zatímco reakce na zvýšenou dávku 90 kg N ha⁻¹ byla již nepatrná, popř. negativní (tab. VI).

Porosty ozimých pšeníc, které na začátku 6. pravého listu vykazovaly hluboký až velmi hluboký schodek dusíku (hodnoty N/P ležely pod 8,6) reagovaly jednoznačně příznivě i na dávky 90 kg N ha⁻¹ (tab. VII).

Výnosová reakce normálně hustých porostů ozimých pšeníc na dusíkaté hnojení představovala v daném souboru pokusů při mírném schodku na začátku tvorby 6. listu (N/P = 10,1 až 12,5) a dávce 30 kg N ha⁻¹

VI. Reakce porostů ozimých pšeníc se středním schodkem dusíku, normálně hustých, na hnojení dusíkem. — Response of normally dense winter wheat stands, medium nitrogen deficiency, to nitrogenous fertilizing

Charakteristika výživného, popř. biologického stavu porostů	Hnojení na začátku sloupkování	Počet pokusů	Průměrný výnos zrna v t ha ⁻¹	Rozdíl ve výnosech zrna
Porosty se středním schodkem dusíku normálně husté (N/P od 8,6 do 10,0)	přihnojeno 30 kg N ha ⁻¹	7 ¹⁾	4,96	× ×
	přihnojeno 60 kg N ha ⁻¹		5,18	+2,2 ×
	přihnojeno 90 kg N ha ⁻¹		5,27	+3,1 +0,9

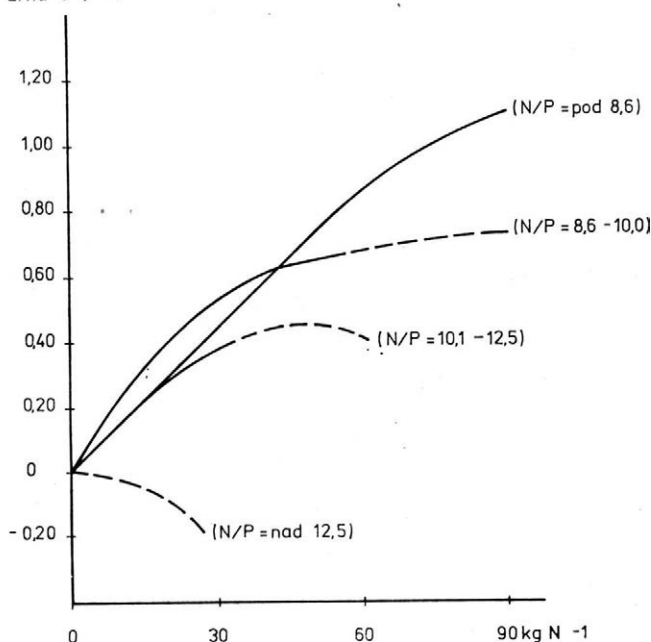
¹⁾ bez 1 pokusu, u něhož byla požerem poškozena kombinace přihnojená 60 kg N ha⁻¹

VII. Reakce porostů ozimých pšeníc s hlubokým a velmi hlubokým schodkem dusíku, normálně hustých, na hnojení dusíkem. — Response of normally dense winter wheat stands, acute or very acute deficiency, to nitrogenous fertilizing

Charakteristika výživného, popř. biologického stavu porostů	Hnojení na začátku sloupkování	Počet pokusů	Průměrný výnos zrna v t ha ⁻¹	Rozdíl ve výnosech zrna
Porosty s hlubokým až velmi hlubokým schodkem dusíku (N/P pod 8,6) normálně husté	přihnojeno 60 kg N ha ⁻¹	6	4,36	×
	přihnojeno 90 kg N ha ⁻¹		4,57	+2,1

aplikované v ledku amonném s vápencem na začátku sloupkování průměrný přírůstek 12,0 kg zrna na 1 kg N, při středním schodku dusíku (N/P = 8,6 až 10,0) a dávce 60 kg N⁻¹ 12,5 kg N a při hlubokém až velmi hlubokém schodku dusíku (N/P = pod 8,6) a dávce 90 kg N ha⁻¹ rovněž 12,5 kg N.

Přírůstek výnosu zrna v t⁻¹



1. Průběh výnosových křivek zrna ozimé pšenice v závislosti na intenzitě přihnojení dusíkem na začátku sloupkování a poměru dusíku k fosforu (N/P) v rostlinách na začátku tvorby 6. listu (4. fáze dle Feekese) u normálně hustých porostů. — Course of yield curves of winter wheat grain in dependence on the rates of additional nitrogenous fertilizing at the beginning of shooting and on the ratio of nitrogen to phosphorus (N/P) in plants at the phase of 6th leaf formation (4th phase according to Feekes) in normally dense stands

Grafické znázornění výnosů při stupňovaných dávkách dusíku na obr. 1 dokládá silnou funkční závislost tzv. výnosových křivek na poměru přijatého dusíku k fosforu na začátku tvorby 6. listu, tj. ve 4. vegetační fázi dle Feekese.

Výrazná závislost výnosové reakce porostů ozimých pšenic na poměru dusíku a fosforu (N/P) v nadzemní části rostlin na začátku tvorby 6. listu (tj. 4. vegetační fázi dle Feekese) je dokladem, že disproporce v příjmu živin snižují jejich využití pro tvorbu výnosu. To je v souladu s našimi dřívějšími poznatky, že pro tvorbu výnosu jsou živiny ve fotosyntetickém procesu maximálně využity, jestliže jsou v rostlině ve vzájemně vyváženém poměru (Baier, 1968, 1972, 1974).

Na významu vzájemné relace živin v rostlinách spočívá také metoda diagnózy a terapie Nielsena (1970, 1974) u jarních ječmenů.

Rovněž Broeshart a Schouwenburg (1961) používají k posouzení nedostatků ve výživě ovsa dusíkem a fosforem během vegetace jako kritéria poměr koncentrací těchto živin (N/P) v sušině nadzemní hmoty. Tento poměr je také kritériem pro posouzení potřeby dohnojení jarní pšenice a ovsa u metody uváděné Cerlingovou (1965).

Silnou závislost optimální dávky dusíku na poměru N/P zjišťuje u ozimé pšenice v souladu s našimi výše uvedenými výsledky Kádár (1974).

Poznatek, že řídké porosty ozimé pšenice uplatněním kompenzačního vlivu dusíkatého hnojení vyžadují při stejné relaci přijatého dusíku k fosforu (N/P) vyšší optimální dávky dusíku, je v souladu s poznatký Špaldoně (1975) a Petra et al. (1975) zdůrazňujícími nutnost vzájemné návaznosti biologické a agrochemické kontroly porostů pro optimalizaci dusíkatého hnojení v průběhu vegetace.

Posun optimálních dávek dusíku při převládající suché povětrnosti v období metání a sloupkování lze i souhlasně s poznatký Duchoně (1948) vysvětlit jako kompenzaci nedostatku vody dusíkem.

Výsledky této práce umožnily vypracovat metodu dohnojování ozimých pšenic (Baier, 1973), která přispívá k optimalizaci dusíkatého hnojení v Progresivní soustavě hnojení a k dalšímu rozšíření metod vědeckého řízení výživy rostlin.

Poděkování:

Autor děkuje spolupracovníkům z výzkumných pracovišť a laboratoří, především ing. F. Křišťanovi, CSc., ing. P. Strnadovi, CSc. a ing. K. Jelínkovi, CSc., za jejich významnou práci, kterou přispěli k získání cenných poznatků pro rozpracování metody využití anorganických rozborů rostlin pro dohnojování během vegetace.

Literatura

- BAIER, J.: On the Utilization of Nutrients for Photosynthetic Production. For Socialist Agricultural Science, 1968, č. 1, s. 1-14.
- BAIER, J.: Některé novější poznatky z výživy rostlin uplatňované v soustavách hnojení. Rostlinná výroba, 18, 1972, č. 11, s. 1135-1145.
- BAIER, J.: Využívání anorganických rozborů ozimé pšenice k přihnojování. Agrochémia, 1973, č. 13, s. 127-129.
- BAIER, J.: Anorganische Pflanzenanalysen im Düngungssystem. In: Vědecké práce Výzkumných ústavů rostlinné výroby. Praha - Ruzyně, 1974, č. 18, s. 197-202.
- BAIER, J. — SMETÁNKOVÁ, M. — HRDLÍČKA, J.: Sledování stavu výživy polních plodin anorganickými rozborů rostlin. Metodika ÚVTI V-4, 1972.
- BERGMANN, W.: Aufgaben, Möglichkeiten und Grenzen der Pflanzenanalyse bei der Ermittlung der Nährstoff-bzw. Düngerbedürftigkeit landwirtschaftlicher Kulturpflanzen-Übersichtsbeitrag-, Arch. f. Acker-, Pflanzenbau u. Bodenk. Berlin, 16, 1972, č. 2, s. 71-87.

- BEZDĚK, V.: Obsah NPK v nadzemní části některých odrůd čs. sortimentu ozimých pšenic v různých etapách vývinu ve vztahu k výnosu. Rostlinná výroba, 10, 1964, č. 1, s. 17-36.
- BROESHART, H. — SCHOUWENBURG, J. Ch. van: Early diagnosis of mineral deficiencies by means of plant analysis. Nether. J. agric. Sci., 9, 1961, č. 2, s. 108-117.
- CERLING, V. V.: In: Sborník Agrochimičeskí metody issledovanija počv. 4. vyd., Moskva, Nauka 1965.
- CERLING, V. V.: Analýza rostlin, jakožto metoda diagnózy používaná pro stanovení výživy a potřeby hnojení těchto rostlin. [Referát ze zasedání RVHP v Tbilisi.] Praha, překlad ÚVTI 1971.
- DUCHOŇ, F.: Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských. Praha, ČAZ 1948.
- HELLRIEGEL, H.: Verhandlungen der V. Wanderversammlung Deutscher Agrikulturschemiker. Physiologen und Vorstände der Versuchs-Stationen (in Hohenheim 17/8 — 1868). Landwirtsch. Versuchstationen, 1869, č. 11, s. 136-144.
- KÁDAR, I.: Vlivy na zabezpečení počvy fosforem na rezultaty rastitel'nogo analiza ozimoy pšenicy na protjažení vegetacii. [Referát na poradě specialistů k otázkám rozborů rostlin.] Jena, 1974.
- KOLÁŘÍK, J.: Zlepšená soustava výživy rostlin. Praha, ČSAZV v SZN 1959.
- LUNDEGARDH, H.: Markbeskaffenhet och gödslingsbehov Medelände, Centralanstalten för försöksväsendet nr., 444, 1934, s. 1-67.
- MACY, P.: The quantitative mineral requirements of plants. Plant phys., 1936, č. 11, s. 749-764.
- NESTOROVA, S.: Diagnostika výživy dusíkem a fosforem, vypracovaná u pšenice na podkladě rostlinné analýzy. [Referát ze zasedání v Tbilisi.] Praha, překlad ÚVTI 1971.
- NEUBERT, P. et al.: Problémy stanovení mezních hodnot minerálních látek u zemědělských plodin, zvláště obilnin. [Referát ze zasedání RVHP v Tbilisi.] Praha, překlad ÚVTI 1971.
- NIELSEN-MØLLER, J.: Vurdering og justering af vårsaeds ernaeringstilstand på grundlag af kemisk plateanalyse. Ugeskrift for Agronomer, 115, 1970, č. 40, s. 805-808.
- NIELSEN-MØLLER, J.: Dohnojování ječmenů podle výsledků anorganických rozborů rostlin. Agrochémia, 1972, č. 10, s. 298-300.
- NIELSEN-MØLLER, J.: Top dressing based on diagnostic methods. Field trials with spring-sown barley 1969-1973. Plant analysis and fertilizer problems. Proceedings of the 7th International Colloquium, Hannover (NSR) 1974.
- PETR, J. et al.: Biologická kontrola v agrotechnice obilnin. Mladá Boleslav, ČZS 1975.
- ŠKOPÍK, P.: K aktuálním otázkám výživy a hnojení ozimé pšenice. Agrochémia, IX, 1969, č. 3, s. 83-88.
- ŠPALDOŇ, E.: Perspektivní možnosti intenzifikácie výživy a hnojenia sort pšenice, druhej generácie. [Referát na Vědecké konferenci Vysoké školy zemědělské.] Praha, 1975.

Došlo dne 10. 9. 1975

BAIER J. (Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Ústav výživy rostlin, Praha - Ruzyně). *Využití anorganických rozborů rostlin k dohnojování ozimých pšenic dusíkem*. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12) : 1235-1243, 1976.

V 51 polních hnojařských pokusech s ozimou pšenicí provedených na jedenácti půdně-klimaticky odlišných stanovištích v letech 1965 až 1971 při stupňovaných dávkách dusíku 0, 30, 60 a 90 kg N ha⁻¹ aplikovaných na začátku sloupkování bylo zjištěno, že u normálně hustých porostů, které na začátku tvorby 6. listu (tj. ve 4. vegetační fázi podle Feekese) obsahovaly v sušině nadzemní hmoty na jeden díl fosforu více jak 12,5 dílů dusíku (N/P = nad 12,5), dusíkaté hnojení v dávce 30 kg N ha⁻¹ výnosy zrna prakticky neovlivnilo. Na tuto dávku dusíku reagovaly však příznivě porosty s menším podílem přijatého dusíku (N/P = 10,1 až 12,5). Dávka 60 kg N ha⁻¹ působila ještě pozitivně u porostů s větším schodkem přijatého dusíku (N/P = 8,6 až 10,0) a na 90 kg N ha⁻¹ reagovaly přírůstkem výnosu zrna jen porosty, které trpěly silným schodkem dusíku (N/P = pod 8,6). U porostů ozimých pšenic, které byly řídké nebo trpěly v době sloupkování až metání přísuškem, ležely optimální dávky dusíku při stejném stavu výživy výše. Uvedené poznatky byly využity při vypracování metody využití anorganických rozborů rostlin k optimalizaci dávek dusíku pro produkci dohnojování ozimých pšenic.

ozimá pšenice; dohnojování dusíkem; anorganické rozborů rostlin

БАИЕР Я. (Институт питания растений, Научно-исследовательские институты растениеводства, Прага - Рузыне). Использование неорганических анализов растений для прикормки озимых пшениц азотом. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12): 1235-1243, 1976.

В ходе 51 полевого опыта по удобрению озимой пшеницы на 11 разных по почвенно-климатическим условиям участках в 1965—71 гг. при нарастающих дозах азота 0, 30, 60 и 90 кг азота .га⁻¹, внесенных в начале выхода в трубку, установлено, что азотное удобрение в дозе 30 кг азота .га⁻¹, практически не повлияло на урожаи зерна у посевов нормальной густоты, которые в начале образования 6-го листа (т.е. в 4-й вегетационной фазе по Фикесу) содержали в сухом веществе наземной массы на одну долю Р больше, чем 12,5 доли N ($N/P =$ свыше 12,5). Однако на эту азотную дозу благоприятно реагировали посевы с меньшей долей доступного азота ($N/P = 10,1-12,5$). Доза 60 кг N .га⁻¹ воздействовала еще положительно на посевы с крупным дефицитом доступного азота ($N/P = 8,6-10,0$), а при дозе более 90 кг .га⁻¹ приросты давали лишь те посевы, у которых был сильный дефицит азота ($N/P = 8,6$). В посевах же озимых пшениц, которые были редки или же пострадали от засухи в период выхода в трубку и колошения, уровень оптимальных доз азота при одинаковом питания был выше. Эти данные были использованы в разработке метода применения неорганических анализов растений в оптимизации дозирования азота для продуктивной прикормки озимых пшениц.

озимая пшеница; прикормка азотом; неорганические анализы растений

Adresa autora:

Ing. Jan Baier, CSc., Ústav výživy rostlin, VÚRV, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Výběr z nových přírůstků
Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ
z oboru rostlinné výroby

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

D 57.632/33

Second Eastern Africa horticultural symposium Africa Hall, Addis Abeba, Ethiopia, 6, 7, 8 September 1971. Symposium theme: **Vegetable crops for export.**

Addis Abeba, n. vl. 1971. 181 s. obr. tab. Acta horticulturae 33. (Zahradnické konference mezinárodní – Addis Abeba – sborník / Zelenina – pěstování – Afrika – sborník mezinárodní)

MURTAZOV, T. – PETROV, Ch. – DOJKOVA, M. E 28.943/1975/11
Ritmické polské výrobky na zeleninu.
Sofija, Nac. centar 1975. 153 s. tab. (Zelinařství polní – konference mezinárodní – sborník – Bulharsko)

EHRLE, L. D 65.043
Produktion von Qualitätsgemüse. Feldanbau für Industrie und Markt.
Berlin, P. Parey 1975. 180 s. 31 obr. 10 tab. (Zelenina – pěstování – NSR – příručka)

WIENBERG, D. – SEIDEL, H. D 65.606/7
Gemüse-Sortenversuche in Südsanien.
Frankfurt/Main, Bundesstelle f. Entwicklungshilfe, Abt. Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft 1973. 101 s. obr. tab. Schriftenreihe der Bundesstelle für Entwicklungshilfe 7. (Zelenina – pěstování – Španělsko jižní – výzkum / Zelenina – odrůdy – Španělsko jižní – výzkum – NSR)

D 24.094/55/2

Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii tom 55. vyp. 2. K 70-letiju akademika VASCHNIL D. D. Brežneva.
Leningrad, Vses. nauč.-issl. inst. rastenijevodstva 1975. 248 s. obr. tab. (Zelenina – pěstování – sborník – SSSR)

D 65.101

Metody uskorenija selekcii ovošnych kultur.
Leningrad, Kolos 1975. 125 s. obr. tab. (Zelenina – šlechtění – sborník – SSSR)

D 65.017

Kačestva promišlenite zelenčukovi sortove.
Plovdiv, Christo G. Danov 1975. 422 s. 34 obr. 231 tab. (Zelenina – odrůdy – příručka / Zelenina – chemické složení – příručka)

ZTRÁTY DUSÍKU VYPRCHÁNÍM ČPAVKU PŘI POVRCHOVÉM HNOJENÍ TRAVNÍCH POROSTŮ MOČOVINOU

J. VELICH, V. HORSKÝ

VELICH J., HORSKÝ V. (University of Agriculture, Praha - Suchbátarův Březec). *Nitrogen Losses due to Ammonia Volatilization in Top Fertilizing of Grass Stands with Urea*. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12) : 1245-1252, 1976.

Grass stands had been fertilized with urea (the rates having been 100, 200, 300 kg N ha⁻¹) at various soil moisture contents; gaseous losses of nitrogen in the NH₃ form were studied in 5–8 days after urea application. The minimal losses of NH₃-N (< 5 kg N ha⁻¹ per 5–8 days) were found after urea application to damp soil when soil moisture was sufficient to dissolve urea and at the same time when it promoted the soaking of the solution into soil. Precipitation in the post-application period further lowered the NH₃ losses under the given moisture conditions. No great differences were observed as to the volume of losses after the rates of 100 to 300 kg N ha⁻¹; neither was always the volume of losses directly proportionate to urea rates. Under the mentioned conditions, application of granulated urea to higher stands was not accompanied by any significant increase of losses, either. The greatest losses due to NH₃ volatilization (6.4–12.4 kg N ha⁻¹ per 5–8 days) were observed after urea application to wet soil whose top layer was saturated with water nearly up to the maximum water capacity. After fast urea dissolving no soaking of the solution nor NH₃ retention in soil occurred. That time precipitation after urea application did not influence nor increase NH₃ losses that were directly proportionate to the urea rates. The paper comprises a suitable method of finding out gaseous NH₃ losses in the urea fertilizing of grass stands that can be used under field conditions.

grass stands; fertilizing; urea; gaseous losses

Srovnání efektivnosti močoviny a ostatních forem průmyslových dusíkatých hnojiv bylo provedeno v početných pokusech u nejrozličnějších plodin. Celkově se ukázalo, že reakce polních plodin na močovinu zapravenou do půdy byla sice ve srovnání s ledkem či síranem amonným variabilnější, avšak v celkovém průměru v podstatě stejná. U víceletých nebo trvalých travních porostů umožňujících pouze povrchovou aplikaci na více či méně zapojený drn byla však výsledky poměrně variabilnější a počet případů s menším efektem močoviny větší. Rozdílnost výsledků vede k nejednotnosti až protichůdnosti názorů o vhodnosti močoviny k hnojení travních porostů. Klapp (1971) dospívá k názoru, že použití močoviny k travním porostům je spojeno spíše s nevýhodami než s výhodami, neboť její účinnost je značně závislá na průběhu počasí, které ovlivňuje velikost ztrát dusíku vyprcháním čpavku. Řada autorů zjistila menší efekt močoviny (Turčin, 1972; Moraczewski, 1969 aj.), jiní shodnou účinnost (Pegušín, 1970; Regal, Veselá, 1974, aj.), někteří naopak větší účinnost močoviny (Fryček, 1964 aj.) než u ledku amonného. V našich pokusech prováděných v letech 1970–1973 na šesti lučních stanovištích byla močovina při jarním hnojení dávkou 100 kg na ha⁻¹ v průměru stejně účinná jako ledek amonný, při dávce 200 kg N ha⁻¹ však byla účinnost průkazně o 6 % menší (Velich et al.,

1972, 1974). Při vyšší úrovni N-hnojení byla močovina na neutrální půdě vždy a na ostatních půdách ve většině případů méně účinná než ledek amonný, přičemž difference v účinnosti obou srovnávaných hnojiv byly v jednotlivých letech značně rozdílné. Tato variabilita účinnosti povrchově aplikované močoviny je důsledkem různě rychlé ureolýzy a rozdílné absorpce NH_3 v lučních půdách. Obojí závisí na interakci půdních podmínek (sorpní kapacita, pH, puřovací schopnost, propustnost, dále teplota, vlhkost, mikrobiální aktivita, stav povrchu půdy v době aplikace aj.) a meteorologických podmínek. Teploty a srážky v době aplikace a v určitém období po aplikaci (5–10) dnů spolu s půdními podmínkami ovlivňují nejen rychlost ureolýzy, ale též celkový objem půdy pro retenci vznikajícího NH_3 . Na tom závisí možnost vzniku přechodného nepříznivého alkalického prostředí, jakož i rozsah ztrát vypřecháním NH_3 .

Makarov et al. (1964) zjišťoval ztráty vypřecháním NH_3 absorpční metodou v záchytných buňkách. Ztráty na hlinitých půdách činily 4,5 až 25 g NH_3 ha⁻¹ hod.⁻¹. Tato metoda však nezaručuje absorpci veškerého NH_3 , zvláště při nižší jeho koncentraci při kratší době expozice. Prodloužení expozice je rovněž spojeno s určitými chybami v důsledku rozpouštění částí NH_3 v kondenzované vodě na stěnách záchytných nádob. Kromě toho se vytváří nepřírozené porostové a půdní mikroklima. Objektivnější výsledky mohou poskytovat metody na principu absorpce NH_3 ze vzduchu, protékajícího izolovaným prostorem nad povrchem půdy. Při hnojení jílku mnohokvětého močovinou ve vegetačních nádobách zjistili McGarity a Houlton (1971) touto metodou poměrně vysoké ztráty (17,3 %), na nichž se podílela i ureolýza na povrchu nadzemních orgánů rostlin. Údaje o ztrátách v přirozených podmínkách jsou v literatuře celkem řídké a nejednotné. Podle Dilze a Van Burga (1963) mohou ztráty ve středoevropských podmínkách činit 10–17%. Tomlinson (1970) uvádí, že plynné ztráty při hnojení pastviny

1. Uspořádání nádobového pokusu k zjišťování plynných ztrát NH_3 . — Scheme of a pot experiment to study gaseous NH_3 losses

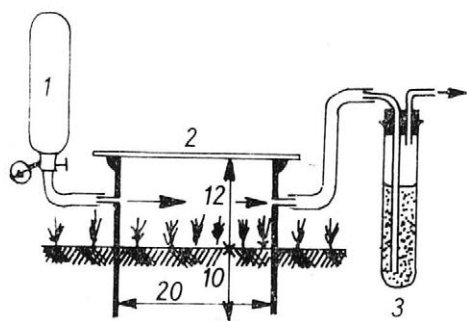


v Austrálii činily při dávce 65 kg močoviny na ha v květnu až v srpnu 37–60 %, což jsou pravděpodobně nejvyšší hodnoty, jaké byly v terénních podmínkách zjištěny.

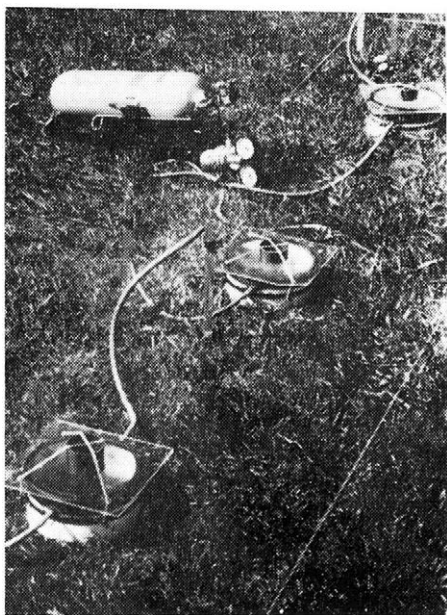
MATERIÁL A METODY

Celkem bylo v letech 1972–1973 provedeno pět pokusů. V prvním nádobovém pokusu byly zjišťovány ztráty vyprecháním NH_3 absorpční metodou. Do nádob o průměru 20 cm a hloubce 20 cm byly zasazeny stejné velké drny, odebrané z trvalé louky. Půda obsahovala 2 % C_{ox} , pH (KCl) 5,2. V odebraných drnech dominovala psárka luční. Nadzemní orgány byly sestříhány na výšku 5 cm a nad porost byly umístěny Petriho misky s 0,1 N roztokem H_2SO_4 . Poté byly porosty pohnojeny granulovanou močovinou v dávkách, odpovídajících 0–100–200 kg N ha⁻¹. Po aplikaci močoviny následovala u dvou opakování zálivka (20 mm), další dvě opakování byla bez zálivky. Po pohnojení a zálivce byly nádoby těsně uzavřeny PVS sáčky o výšce 30 cm a obsahu 6,75 dm³ (obr. 1). Pokus probíhal při teplotě 18–20 °C. Množství poutaného NH_3 bylo zjišťováno po 24 a 76 hodinách. Během této doby docházelo k značné kondenzaci vodních par, které mohly zkreslit konečné výsledky. Proto pro další etapu práce byl použit postup s průtočným prostředím, při kterém je možno dosáhnout plnějšího poutání NH_3 a zamezit nežádoucí kondenzaci vody. Při zpracování této metody byl současně respektován požadavek snadného použití v terénu.

K zachycení uvolněného NH_3 sloužily pláště vegetačních nádob o průměru 20 cm, zapuštěné 10 cm do drnové vrstvy a nahore vzduchotěsně uzavřené pomocí gumového těsnění a plexiskla. K usnadnění zapuštění pláště do drnové vrstvy sloužila identická forma s ostrým spodním okrajem. Tím se zamezilo nežádoucí destrukci drnu. Přitlačením a v případě sucha též mírným zvlhčením půdy přiléhající z venkovní strany se plášť utěsnil. 4 cm pod horním okrajem byl plášť opatřen dvěma protilehlými otvory pro přívod a odvod vzduchu. Vzduch byl přiváděn z tlakové



2. Schéma zařízení k zjišťování plynných ztrát NH_3 v terénních podmínkách. 1 — tlaková láhev 200 atm, 5–7 l; 2 — zachytňná část s otvíratelným víkem z plexiskla; 3 — zkumavka s 0,1 N H_2SO_4 .
— Figure of an equipment to measure gaseous NH_3 losses in field conditions. 1 — pressure bottle 200 atm, 5–7 l; 2 — trap with a removable plexiglass lid; 3 — test-tube with 0.1 N H_2SO_4



3. Zjišťování plynných ztrát NH_3 při hnojení travních porostů močovinou. — Finding out the gaseous NH_3 losses in grass stands fertilized with urea

láhve (20,27 MPa, objem 7 l). Pomocí redukčního ventilu byl nastaven přetlak tak, aby průtočné množství vzduchu za 1 hod. se rovnalo dvacetinásobku objemu uzavřeného nadzemního prostoru. NH_3 v odváděném vzduchu byl zachycován ve zkumavkách s 0,1 N roztokem H_2SO_4 . Měření ve dvou opakováních byla prováděna třikrát denně (v 7–8, 12–13, 17–18 hod.) po 4–8 dnů. Jedno měření trvalo vždy 1 hod. Mezi měřeními bylo průhledné víko sejmuto, aby nebyly ovlivněny podmínky v půdě a v porostu. Po skončení měření byly zkumavky uzavřeny a označeny. Množství NH_3 bylo zjišťováno po skončení celého měření v laboratoři titračně. Celkové uspořádání aparatury ukazuje obr. 2 a 3.

Na základě zjištěných hodinových ztrát NH_3 byly interpolací kalkulovány denní ztráty a vyjádřeny v kg $\text{NH}_3\text{-N}$ na 1 ha. Popsaným způsobem byly zjišťovány ztráty jednak na umělém porostu srhy říznačky (33 %), lipnice luční (20 %), kostravy červené (12 %) a jetele plazivého (19 %), založeném na hlinité půdě v řepářském výrobním typu [pH (KCl) 6,5, C_{ox} 1,49 %], kde byla provedena jedna série měření, jednak na trvalém travním porostu s dominujícím medvědkem vlnatým v bramborářském výrobním typu. Půda zde byla hlinitá, pH (KCl) 5,2, C_{ox} 2,76 %. Zde byly provedeny tři série měření za rozdílných povětrnostních podmínek.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky nádobového pokusu, v němž byl do ovzduší uvolněný NH_3 zjišťován absorpční metodou v neprůtočném prostředí jednoznačně prokazují, že zálivka 20 mm po aplikaci močoviny na mírně vlhký povrch drnu výrazně snižuje plynné ztráty (tab. I). Bez zálivky činily tyto

I. Vliv zálivky na ztráty dusíku vypřecháním NH_3 při hnojení travního porostu močovinou (nádobový pokus). — The effect of watering on nitrogen losses due to NH_3 volatilization in grass stand fertilized with urea (pot experiment)

Dávka močoviny		Zálivka po aplikaci mm	Ztráty $\text{NH}_3\text{-N}$ v kg ha^{-1} po aplikaci		
mg na nádobu	kg N ha^{-1}		za 24 hod.	za dalších 52 hod.	celkem za 76 hod.
283	100	0	0,27	6,86	7,13
566	200	0	0,61	8,57	9,18
283	100	20	0,43	1,01	1,44
566	200	20	0,28	4,29	4,57
M. d. 0,05			0,10	2,70	4,26

ztráty za 76 hod. 7,13–9,18 kg N při dávce 100 a 200 kg N ha^{-1} . Zálivka umožnila rozpuštění močoviny a zasáknutí roztoku do půdy, takže vznikající NH_3 mohl být půdou dostatečně poután. Jak ukazují ztráty za 24 hod. po aplikaci, nepůsobila zálivka zpočátku zcela jednoznačně. Při nižší dávce N (217 kg močoviny na ha) zálivka ztráty v prvním dnu průkazně zvýšila. To zřejmě souvisí s dřívějším nástupem ureolýzy rozpuštěné močoviny. Při vyšší dávce močoviny (435 kg kg ha^{-1}) však zálivka počáteční ztráty NH_3 průkazně snížila, což poukazuje na přechodnou inhibici ureolýzy v důsledku příliš vysoké koncentrace vzniklého roztoku močoviny, popř. NH_4^+ .

Plynné ztráty NH_3 za 76 hod. byly zálivkou podstatně sníženy a činily 1,44 a 4,57 kg N ha^{-1} při nižší a vyšší dávce močoviny. Ve srovnání s variantami bez zálivky byly tyto ztráty pětkrát a dvakrát menší. Skutečně

II. Ztráty dusíku vypřecháním NH_3 při hnojení umělého travního porostu močovinou. Aplikace močoviny na suchý povrch půdy po 1. seči. — Nitrogen losses due to NH_3 volatilization in artificial grass stand fertilized with urea. Urea application to dry soil surface after 1st cut.

Dnů po aplikaci močoviny	Průměrná denní teplota °C		Srážky mm	Ztráty $\text{NH}_3\text{-N}$ (v kg ha^{-1}) při dávce	
	vzduchu	půdy v 10 cm		100 kg N ha^{-1}	300 kg N ha^{-1}
1.	9,8	10,2	2,0	0,34	0,30
2.	10,7	10,2	1,3	0,94	1,14
3.	9,1	10,5	—	0,74	0,45
4.	7,9	9,0	—	0,45	0,54
8.	16,4	10,0	3,2	0,45	0,30
Celkem 1.—8. den	$\bar{x}$ 10,1	$\bar{x}$ 10,2	8,9	4,25	3,93

III. Ztráty dusíku vypřecháním NH_3 při hnojení trvalého lučního porostu močovinou za různé vlhkosti půdního povrchu, výšky porostu a povětrnosti v době aplikace. — Nitrogen losses due to NH_3 volatilization in perennial meadow stand fertilized with urea at various moisture contents of soil surface, of various stand height and weather conditions during urea application

Dnů po aplikaci močoviny	Průměrné denní teploty °C		Srážky mm	Ztráty NH ₃ -N (v kg ha ⁻¹) při dávce		
	vzduchu	půdy v 10 cm		100 kg N ha ⁻¹	200 kg N ha ⁻¹	300 kg N ha ⁻¹
1. série měření — aplikace po seči na velmi vlhký povrch						
1.	14,9	18,0	—	1,78	2,68	4,44
2.	15,6	17,0	4,5	1,33	1,04	1,71
3.	13,3	17,0	0,6	3,56	2,68	3,84
Celkem 1.—3.	$\bar{x}$ 14,6	$\bar{x}$ 17,3	5,1	6,67	6,40	9,99
2. série měření — aplikace na 20 cm vysoký porost, mírně vlhký povrch						
1.	15,9	18,2	0,7	0,44	1,32	0,15
2.	14,5	16,5	—	0,29	0,40	0,45
3.	12,7	17,0	3,2	0,15	1,04	1,32
4.	11,7	17,2	—	0,65	0,64	0,45
5.	16,9	18,0	—	1,03	0,74	0,45
6.	16,4	17,0	2,0	0,04	0,12	0,21
8.	13,0	17,0	—	0,04	0,18	0,00
Celkem 1.—8.	$\bar{x}$ 14,2	$\bar{x}$ 17,1	6,5	2,68	4,58	3,03
3. série měření — aplikace po seči, před aplikací vlhký povrch zavlažen 10 mm vody						
1.	15,4	17,0	—	0,58	0,44	0,57
2.	18,7	18,0	1,8	1,63	2,08	2,97
3.	14,7	18,0	15,0	3,11	3,70	5,01
4.	13,1	17,0	23,1	1,48	2,08	3,54
5.	11,8	17,0	1,7	0,31	0,88	0,30
Celkem 1.—5.	$\bar{x}$ 14,7	$\bar{x}$ 17,4	41,6	7,11	9,18	12,39

ztráty byly pravděpodobně větší, neboť určitá část NH_3 se mohla rozpustit ve vodě, kondenzované na stěnách PVC krytů. Tyto nedostatky byly prakticky zcela odstraněny zjišťováním hodinových ztrát v průtočném prostředí, kdy v intervalech mezi měřeními byla průhledná víka záchytných nádob sejmuta. Tímto postupem byly zjišťovány ztráty při hnojení umělého a trvalého travního porostu (tab. II, III).

Velmi nízké plynné ztráty NH_3 byly zjištěny při hnojení umělého travního porostu po 1. seči (tab. II). Močovina zde byla aplikována na suchý porost. Srážky, které spadly v 1. až 2. den (3,3 mm) a za 8 dnů (8,9 mm) po aplikaci umožnily rozpuštění močoviny a dostatečné vsáknutí do půdy, takže za 8 dnů měření činily ztráty kolem 4 kg N ha^{-1} a mezi dávkami 100 a 300 kg N ha^{-1} nebyly podstatné rozdíly. Negativní vliv srážek při hnojení močovinou se může projevit v případě, že hnojivo je aplikováno na velmi vlhkou půdu, nasycenou vodou téměř k hranici maximální vodní kapacity. Dokumentují to výsledky 1. série měření v tab. III. Plynné ztráty NH_3 jen za 3 dny po aplikaci za těchto podmínek činily $6,4\text{--}10 \text{ kg N ha}^{-1}$. Ještě 3. den po aplikaci byly ztráty velmi vysoké ($2,7\text{--}3,8 \text{ kg N ha}^{-1}$) a trvaly zřejmě i v dalším období, kdy se v měření pro stálý déšť nepokračovalo. Obdobné výsledky přinesla i 3. série měření, kde vlhkost půdy byla před hnojením močovinou záměrně zvýšena zálivkou 10 mm a v poaplikačním období spadlo dalších $41,6 \text{ mm}$ srážek. Za těchto podmínek ztráty za 5 dnů po hnojení dávkami $100\text{--}200\text{--}300 \text{ kg N ha}^{-1}$ ve formě močoviny činily $7,1\text{--}9,2\text{--}12,4 \text{ kg N ha}^{-1}$. Celkově se ukazuje, že srážky v poaplikačním období snižují ztráty vypřecháním NH_3 tehdy, jestliže momentální vlhkost půdy umožní zasakování roztoku do půdy. V opačném případě mohou srážky zvětšovat plynné ztráty NH_3 . Proto též nemohla být nalezena jednoznačná jednoduchá závislost účinnosti močoviny na rozdělení a množství srážek v poaplikačním období 10 dnů (Velich et al., 1972, 1974). Při aplikaci močoviny na mírně vlhkou drnovou vrstvu (tab. II, 2. série měření v tab. III) zpravidla postačuje půdní voda k rozpuštění hygroskopické močoviny a vzniklý roztok může pronikat do půdy. Ztráty pak mohou být menší ($< 5 \text{ kg N ha}$ za 8 dnů po aplikaci) než při hnojení na mokrou půdu s následujícími srážkami ($6\text{--}12 \text{ kg N na ha}$ za 5 dnů). Tak tomu je většinou při jarním hnojení trvalých travních porostů (Velich et al., 1972, 1974). Při hnojení močovinou na zcela suchý povrch půdy mohou být denní ztráty NH_3 v důsledku pomalejšího rozpouštění a zvýšení koncentrace roztoku dosti malé. Mohou však trvat delší dobu a celkově mohou být větší. To spolu s nedostatečnou přístupností dodaného N může značně snižovat účinnost močoviny ve srovnání s ledky při hnojení v letních měsících (Regál, Veselá, 1974). Výsledky 2. série měření (tab. III) ukazují, že při aplikaci granulované močoviny na dosti obrostlý porost nevznikly mimořádné ztráty NH_3 . Ztráty tohoto druhu, které uvádějí McGarity a Houlton (1971) mohou zřejmě vznikat při aplikaci negranulované močoviny, zejména při mokřém povrchu rostlin. Granule močoviny se od pružného listového zápoje dobře odrážejí a pronikají na povrch drnu. Vzniká však otázka, do jaké míry mohou být ztráty ovlivněny přizemní vrstvou odumřelých rostlinných orgánů (tzv. stařinou) nebo mechy v trvalých travních porostech. Tyto a podobně další otázky bude nutno dále výzkumně řešit tak, aby mohly být doplněny zásady efektivní aplikace močoviny k travním porostům.

a současně bylo zajištěno zasakování vznikajícího roztoku do půdy. Srážky v po-aplikačním období za těchto vlhkostních podmínek dále snižovaly ztráty NH_3 . Za uvedené situace nebyly ve výši ztrát při dávkách 100 až 300 kg N ha^{-1} velké difference a velikost ztrát nebyla vždy přímo úměrná dávce močoviny. Rovněž aplikace granulované močoviny na více obrostlý porost nebyla za uvedených podmínek spojena s výraznějším zvýšením ztrát. Největší ztráty vyprcháním NH_3 (6,4–12,4 kg N ha^{-1} za 5–8 dnů) byly zjištěny při aplikaci na velmi vlhkou půdu, jejíž povrchová vrstva byla nasycena vodou téměř na maximální vodní kapacitu. Po rychlém rozpuštění močoviny nebylo zajištěno zasakování roztoku a retence NH_3 v půdě. Za těchto podmínek srážky po aplikaci neovlivnily nebo zvyšovaly ztráty NH_3 , které byly přímo úměrné velikosti dávek močoviny. Je popsána vhodná metoda zjišťování plyných ztrát NH_3 při hnojení travních porostů močovinou, která je použitelná v terénních podmínkách.

travní porosty; hnojení; močovina; plyné ztráty

ВЕЛИХ И., ГОРСКИ В. (Сельскохозяйственный институт, Прага - Сухдол). Потери азота из-за улетучивания аммиака при поверхностном удобрении травостоев мочевиной. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12) : 1245-1252, 1976.

Травостои удобряли при разной почвенной влаге мочевиной в дозе 100–200–300 кг N га^{-1} и определяли газовые потери азота в форме NH_3 спустя 5–8 дней. Самые низкие потери $\text{NH}_3\text{-N}$ (< 5 кг N га^{-1} на 5–8 дней) имели место на слабо увлажненной почве, где почвенная вода позволяла растворить мочевину, в то же время это обеспечивало всасывание возникающего раствора в почву. Осадки, выпавшие в послеапликационный период в данных гидроусловиях, еще больше сократили потери NH_3 , так что больших различий в размере потерь при дозах 100–300 кг N га^{-1} не было, причем потери не всегда прямо пропорциональны дозам мочевины. Не отмечено большого роста потерь и в случае внесения гранулированной мочевины в наиболее высокий травостой. Наибольшие потери из-за улетучивания NH_3 (6,4–12,4 кг N га^{-1} спустя 5–8 дней) установлены на очень влажной почве, верхний слой которой насыщен водой почти до максимума водоемкости. После быстрого растворения мочевины всасывания раствора и задержания NH_3 в почве не отмечено. В данных условиях осадки после внесения мочевины не влияли на потери NH_3 или же их повышали и были прямо пропорциональны размеру доз мочевины. Описан подходящий метод определения газовых потерь NH_3 при удобрении травостоев мочевиной, применимый в открытом грунте.

травостой; удобрение; мочевина; газовые потери

Adresa autorů:

Doc. ing. Jiří Velich, CSc., Vladimír Horský, Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchdol

VLIV POMALU PŮSOBÍCÍCH DUSÍKATÝCH HNOJIV NA VÝNOS A KVALITU JARNÍ PŠENICE A JARNÍHO JEČMENE

K. KNOP, V. VANĚK, V. BEZDĚK

KNOP K., VANĚK V., BEZDĚK V. (University of Agriculture, Praha - Suchbát, Cereal Research Institute, Kroměříž). *The Effect of Slow-Acting Nitrogenous Fertilizers on the Yield and Quality of Spring Wheat and Spring Barley*. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12) :1253-1262, 1976.

The effectiveness of new slow-acting fertilizers was studied in pot experiments with spring wheat and barley. The following fertilizers were applied in the experiments: sulphur-coated urea (SCU), isobutyraldehyde fertilizers (IBDU), urea-formaldehyde fertilizers (UF) and coated fertilizer Osmocote. Application of the slow-acting fertilizers univocally proved advantageous as to spring wheat grain yields, especially if higher N rates had been applied: higher grain yields were achieved in comparison with application of traditional nitrogenous fertilizers. The best results were obtained after application of the fertilizers IBDU 28 and Osmocote 26. Fertilizing with the slow-acting N chemicals mostly improved grain quality as well.

nitrogenous fertilizers; slow-acting fertilizers; urea-aldehyde fertilizers; sulphur-coated urea; spring barley; spring wheat; yield and quality

Vysoké dávky průmyslových hnojiv, zejména jednorázové dávky hnojiv dusíkatých, nesou sebou určitá rizika vyšších ztrát a možného škodlivého působení. Jedná se hlavně o vysokou koncentraci čpavkového dusíku v půdě a jeho nepříznivý vliv na některé klíčící rostliny, snížení kvality produkce při přehnojení dusíkem, vyšší ztráty dusíku v plynné formě těkáním do ovzduší, vyšší ztráty dusíku vyplavováním z profilu půd lehkého mechanického složení, ale zejména smyvem s povrchu půdy, a tím nadměrné obohacování dusíkem vodních toků a zdrojů pitné vody.

Uvedená rizika možného škodlivého působení lze různými způsoby snížit na minimum. Jedním z nich je použití pomalu působících hnojiv. Proto je výzkumu a vývoji pomalu působících hnojiv věnována zvýšená pozornost. Předmětem zájmu jsou nové sloučeniny – hnojiva nebo úpravy stávajících jedno i vícesložkových hnojiv.

Pozornost je stále věnována močovinoaldehydovým hnojivům, zejména močovinoizobutyraldehydovým – IBDU hnojiva, močovinkrotonaldehydovým – Floranid a močovinoformaldehydovým – typu Ureaform buď samotným, nebo ve směsích s rychle dostupnými živinami (Hauck, 1972; Bezděk a Pešík, 1974; Jürgens – Gschwind, 1974; De Haan, Werkhoven, 1975; Knop, 1975; Mutínský et al., 1975; Makarov, 1975; Hughes, 1976 aj.).

V poslední době je velká pozornost věnována i hnojivům obalovaným, kdy na povrchu granule třeba i klasického hnojiva se vytváří membrána z různě odolných sloučenin, popřípadě různé tloušťky, jak je tomu u hnojiv označovaných Osmocote, nebo močovina obalovaná sírou (Davies, 1974; Anonym, 1974; Shelton 1976 a další).

MATERIÁL A METODY

V roce 1975 byly uskutečněny nádobové pokusy s jarní pšenicí (odrážda 'Jara') a jarním ječmenem (novoslechtění 'KM 1955').

K pokusům bylo použito dvou zemín s touto agrochemickou charakteristikou:

	Pokus se pšenicí hnědozem hlinitá	Pokus s ječmenem degradovaná černozem hlinitá
Půdní představitel		
Půdní druh		
Obsah CO_3^{2-}	0	0
pH KCl	6,8	6,8
potřeba vápnění t CaO ha^{-1}	0,5	0,5

Obsah přijatelných živin v ppm

N min. ve výluhu 1 % K_2SO_4	40,2	—
P (Egner)	80	60
K (Schachtschabel)	212	132
Mg (Schachtschabel)	129	132

Do Mitscherlichových vegetačních nádob bylo navažováno 3 kg zeminy a 3 kg písku v pokusech se pšenicí a 3,5 kg písku v pokuse s ječmenem. Živiny byly dodány při založení pokusů, dobře promíseny se směsí zeminy a písku do celého profilu.

V pokuse se pšenicí bylo použito dávky 0,44 g P a 1,1 g K na nádobu ve formě K_2HPO_4 a v pokuse s ječmenem 0,45 g P na nádobu ve formě superfosfátu a 1,0 g K na nádobu ve formě 60% draselné soli. U pšenice byly použity dávky 1, 2 a 3 g N na nádobu a u ječmene 3 g N na nádobu v hnojivech, jejichž charakteristika je uvedena v tab. I.

V každé nádobě bylo ponecháno u pšenice 20 rostlin a u ječmene 25 rostlin. V nádobovém pokuse se pšenicí bylo při každé dávce N celkem 8 variant hnojení

I. Charakteristika použitých dusíkatých hnojiv. — Characteristics of nitrogenous fertilizers applied

Hnojivo	Označení	Obsah živin	Původ
1. Ledek amonný	LA	34,0 % N	ČSSR
2. Ledek amonný s vápencem	LAV	30,0 % N	ČSSR
3. Močovina	MO	46,0 % N	ČSSR
4. Močovina obalovaná sírou	SCU-ICI	31,0 % N a 30,0 % S	Anglie
5. Močovina obalovaná sírou	SCU-TVA	37,4 % N a 14,2 % S	USA
6. Močovinoizobutylaldehydové hnojivo	IBDU 28	29,0 % N	NSR
7. Močovinoizobutylaldehydové hnojivo	IBDU 2	32,3 % N	Japonsko
8. Obalované hnojivo	Osmocote 26	24,7 % N	USA
9. Močovinoaldehydové hnojivo	UF 22	40,7 % N	ČSSR

Poznámka:

4. SCU („Gold N“), výrobce ICI, Anglie

5. SCU, výrobce TVA, USA

6. IBDU 28, VND (ve studené vodě nerozpustný N) = 63,1 %, HVND (v horké vodě nerozpustný N) = 0, výrobce BASF, NSR

7. IBDU 2, VND = 67,5 %, HVND = 4,3 %, výrobce Mitsubishi Chem. Ind. Ltd., Japonsko

8. Osmocote 26, granule hnojiva pokryta membránou, výrobce Sierra Chem. Comp., USA

9. UF 22, VND = 43,2 %, HVND = 16,7 %, výrobce MCHZ Ostrava, ČSSR

a u ječmene 7. Kromě toho byly zařazeny jako kontroly varianty nehnojené N. Každá varianta měla 4 opakování.

Pokusy byly uskutečněny za přirozených podmínek ve voliére a vlhkost zeminy byla udržována na 60 % maximální vodní kapacity pravidelnou zálivkou destilovanou vodou.

Cílem našich pokusů bylo porovnání účinnosti některých nových vzorků pomalu působících N hnojiv s klasickými hnojivy. V pokusech se pokračuje.

VÝSLEDKY

Výnosy zrna a slámy jarní pšenice jsou uvedeny v tab. II. Je patrné, že výnos zrna byl značně závislý na použitém dusíkatém hnojivu. Při dávce 1 g N na nádobu se ukazuje celkově nižší účinnost pomalu působících hnojiv oproti variantám hnojeným ledkem amonným a močovinou. Zvláště u hnojiv SCU-TVA a UF 22 byl výnos zrna nízký. Při dávce 2 g N na nádobu bylo dosaženo nejvyššího výnosu zrna po hnojení IBDU 28 a Osmocote 26. Oproti výnosu zrna u var. s ledkem amonným a močovinou se jedná o statisticky vysoce průkazné zvýšení výnosů.

II. Výnos zrna a slámy jarní pšenice (na vzduchu vyschlá hmota) v g na nádobu.
— Grain and straw yield of spring wheat in g per pot (matter dried in the air)

Varianta	Hnojivo	Zrno			Sláma		
		dávka N v g na nádobu			dávka N v g na nádobu		
		1	2	3	1	2	3
1	LA	32,3	38,8	41,6	69,2	82,1	79,2
2	MO	33,5	39,1	43,5	72,8	67,4	83,7
3	SCU-ICI	33,1	36,9	45,4	55,9	78,7	81,7
4	SCU-TVA	25,0	43,6	41,2	40,9	64,1	74,5
5	IBDU 28	29,5	46,8	48,7	44,5	63,3	71,0
6	IBDU 2	29,5	3,3	41,4	42,3	56,5	70,4
7	Osmocote 26	32,1	46,5	48,9	39,6	59,5	67,6
8	UF 22	28,3	45,3	41,7	48,1	67,9	77,6
D min. (95 %) při třídění podle: variant		3,49			3,58		
dávek N		2,14			2,19		
var. × dávka N		6,05			6,20		

Vysoký výnos zrna poskytl také var. hnojená UF 22. Z pomalu působících hnojiv pouze hnojivo SCU-ICI nepůsobilo zvýšení výnosu zrna oproti klasickým hnojivům. Také při dávce 3 g N na nádobu působila lépe nová hnojiva. Nejvyšší výnos zrna poskytl hnojivo IBDU 28 a Osmocote 26.

U výnosu slámy je pozoruhodný výrazně nižší výnos slámy u varianty hnojené hnojivem Osmocote 26 prakticky u všech tří dávek N.

Výrazné rozdíly byly zjištěny v hmotnosti kořenů při sklizni. Po hnojení ledkem amonným a močovinou nastávala již při dávce 2 g N na nádo-

III. Hmotnost kořenů a výška rostlin jarní pšenice při sklizni. — Root weight and plant height of spring wheat at harvest

Varianta	Hnojivo	Kořeny v g sušiny na nádobu			Výška rostlin v cm		
		dávka N v g na nádobu			dávka N v g na nádobu		
		1	2	3	1	2	3
1	LA	7,4	6,1	4,6	98,7	88,3	87,7
2	MO	7,7	5,8	6,8	93,3	89,7	93,0
3	SCU-ICI	14,0	10,7	8,5	98,3	91,7	86,0
4	SCU-TVA	9,1	12,5	8,7	96,3	98,7	91,0
5	IBDU 28	9,5	9,5	8,1	96,0	86,7	83,3
6	IBDU 2	7,7	11,3	9,8	96,7	86,7	83,7
7	Osmocote 26	11,1	13,6	7,0	96,7	103,3	100,0
8	UF 22	6,8	10,0	6,2	100,0	90,0	89,3
Dmin. (95 %) při třídění podle: variant		1,64			3,11		
dávka N		1,01			1,90		
var. × dávka N		2,85			5,39		

IV. Počet klasů, zrn v klasu a hmotnost 1000 zrn jarní pšenice. — Ear number, number of grains per ear, 1000-kernel weight of spring wheat

Varianta	Hnojivo	Počet klasů na nádobu			Počet zrn v klasu			Hmotnost 1000 zrn v g		
		dávka N v g na nádobu			dávka N v g na nádobu			dávka N v g na nádobu		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	LA	21,7	37,7	35,3	42,2	32,3	38,0	39,0	32,1	31,0
2	MO	28,7	34,7	45,7	36,2	35,4	32,1	32,3	32,3	29,7
3	SCU-ICI	23,3	37,0	44,0	45,2	32,1	33,8	31,4	30,8	30,7
4	SCU-TVA	19,7	29,0	39,3	40,6	46,7	35,3	32,3	32,2	29,9
5	IBDU 28	20,7	32,7	37,7	45,1	40,8	39,5	31,7	35,3	32,7
6	IBDU 2	21,3	29,7	37,7	43,1	41,4	31,4	32,4	35,6	36,7
7	Osmocote 26	21,0	27,7	32,7	40,0	43,6	41,9	38,3	38,9	35,7
8	UF 22	21,0	35,0	41,0	40,0	37,3	30,3	33,8	38,0	33,5
Dmin. (95 %) při třídění podle: variant		2,07			3,38			2,25		
dávka N		1,27			2,07			1,38		
var. × dávka N		3,58			5,85			3,89		

bu deprese tvorby kořenové hmoty (tab. III). U ostatních zkoušených hnojiv byla naopak nejvyšší hmotnost kořenů zjištěna při dávce 2 g N na nádobu. Teprve dávka 3 g N na nádobu působila snížení tvorby kořenové hmoty.

Jak vyplývá dále z hodnot uvedených v tab. III byla použitými hnojivy a dávkami N výrazně ovlivněna i výška rostlin. Při vyšších dávkách N většinou klesala výška rostlin. Výraznou výjimkou byly varianty, hnojené hnojivem Osmocote 26, kde při dávkách 2 a 3 g N na nádobu byly rostliny vyšší než při dávce 1 g N na nádobu.

Počet klasů na nádobu byl ovlivněn nejen dávkou N, ale i použitými N hnojivy (tab. IV). Pochopitelně při vyšších dávkách N docházelo k výraznějšímu odnožování. U většiny nových hnojiv (mimo SCU-ICI a UF 22) bylo při dávce 2 g N na nádobu množství klasů na nádobu nižší než u variant hnojených ledkem amonným a močovinou. Při dávce 3 g N na nádobu se tendence nižšího odnožování udržela jen u hnojiva Osmocote 26. Počet zrn v klasu úzce souvisí s počtem odnoží, a proto byl vysoký počet zrn v klasu u těch variant, které méně odnožily, např. var. s hnojivem Osmocote 26. Podobně je tomu s hmotností 1000 zrn. Projevily se i zde některé kladné vlivy nových hnojiv. Hmotnost 1000 zrn byla většinou při dávkách 2 a 3 g N na nádobu vyšší u nových hnojiv (mimo SCU hnojiv) než u močoviny a ledku amonného.

V. Obsah dusíku v nadzemní hmotě jarní pšenice během vegetace (% N v sušině). — Nitrogen content in spring wheat aboveground matter during vegetation (% N in dry matter)

Varianta	Hnojivo	Počátek odnožování			Počátek květu		
		dávka N g na nádobu			dávka N g na nádobu		
		1	2	3	1	2	3
1	LA	5,34	4,61	5,21	1,26	1,88	2,55
2	MO	5,39	4,49	3,95	1,18	2,12	2,69
3	SCU-ICI	5,18	6,44	5,96	1,10	1,71	2,18
4	SCU-TVA	4,20	4,84	4,47	1,04	1,47	1,72
5	IBDU 28	3,50	5,05	5,74	1,07	1,54	1,74
6	IBDU 2	3,68	5,32	5,89	1,22	1,33	1,68
7	Osmocote 26	3,57	5,22	4,34	1,15	1,63	1,87
8	UF 22	6,03	—	—	1,06	1,49	1,83

— analýzy nebyly uskutečnĚny

V tab. V jsou uvedeny výsledky analýz celkového dusíku v nadzemní hmotě. Na začátku odnožení je většinou při dávce 1 g N na nádobu nižší obsah N v rostlinách u variant po hnojení pomalu působícími hnojivy a zase naopak vyšší při dávce 2 g N na nádobu. Mnohem výraznější rozdíly nastávají v obsahu N na počátku květu, kde zvláště při dávkách 2 a 3 g N na nádobu je obsah N nižší u variant hnojených pomalu působícími hnojivy oproti var. s ledkem amonným a močovinou.

VI. Obsah dusíku v zrně, slámě a kořenech jarní pšenice (‰ N v sušině). — Nitrogen content in spring wheat grain, straw and roots (‰ N in dry matter)

Varianta	Hnojivo	Zrno			Sláma			Kořeny		
		dávka N g na nádobu			dávka N g na nádobu			dávka N g na nádobu		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	LA	1,59	2,27	3,05	0,25	0,46	0,72	0,56	0,66	0,85
2	MO	1,66	2,74	3,12	0,26	0,57	0,58	0,57	0,86	0,80
3	SCU-ICI	1,60	2,53	3,07	0,24	0,45	0,61	0,40	0,56	0,68
4	SCU-TVA	1,74	2,06	2,95	0,24	0,31	0,58	0,47	0,45	0,80
5	IBDU 28	1,75	2,17	2,91	0,27	0,37	0,48	0,47	0,58	0,74
6	IBDU 2	1,74	2,20	2,96	0,29	0,34	0,66	0,51	0,50	0,68
7	Osmocote 26	1,81	2,39	3,11	0,24	0,28	0,47	0,42	0,48	0,75
8	UF 22	1,49	2,01	2,77	0,29	0,42	0,54	0,59	0,62	0,75

V tab. VI je uveden obsah N ve sklizených produktech. S rostoucí dávkou N se zvyšoval obsah N v zrně nejvíce u var. hnojené močovinou a také hnojivem Osmocote 26 a SCU-ICI. U ostatních pomalu působících hnojiv byl vzrůst obsahu N v zrně pozvolnější. Také obsah N ve slámě vzrůstal se stoupajícími dávkami N. Většinou byl obsah N nižší ve slámě u var. hnojených pomalu působícími hnojivy, zvláště při dávce 2 g N na nádobu. Podobné tendence se projeví i v obsahu N v kořenech.

Také v pokuse s ječmenem bylo dosaženo lepších výsledků u pomalu působících hnojiv než u močoviny, ale i ledku amonného s vápencem. Při dávce 3 g N na nádobu bylo docíleno nejvyššího výnosu zrna po hnojení hnojivy IBDU 28 a Osmocote 26 (viz tab. VII), tedy podobně jako u pšenice. Ve výnose slámy byly mezi variantami nepatrné rozdíly.

VII. Výnos a výnosové složky jarního ječmene při dávce 3 g N na nádobu. — Yield and yield components of spring barley after application of the rate of 3 g N per pot

Varianta	Hnojivo	Výnos sušiny v g na nádobu			Počet sklizený h zrn na nádobu	Hmotnost 1000 zrn v g
		zrno	sláma	kořeny		
1	LAV	43,5	35,6	9,0	1302	35,6
2	MO	31,8	33,4	9,0	922	37,9
3	SCU-ICI	46,4	36,7	8,4	1236	40,6
4	SCU-TVA	41,7	34,4	10,5	1160	38,7
5	IBDU 28	47,0	32,8	11,7	1196	42,2
6	Osmocote 26	47,9	32,5	13,6	1238	41,7
7	UF 22	43,1	33,4	10,6	1025	45,1
D _{min.} (95 %)		— *	—	2,1	248	3,3

* difference nejsou průkazné

VIII. Sušina nadzemní hmoty a listová plocha v 11. fázi (metání) jarního ječmene.
— Aboveground dry weight and leaf area at 11th phase (earring) in spring barley

Var.	Hnojivo	Výnos sušiny v g na nádobu			Listová plocha v cm ²	Sušina v mg na 1 cm ² listové plochy	Listová plocha v cm ² na 1 g sušiny	Listová plocha v cm ² na 1 g přijatého N
		nadzemní hmota celkem	čepel	stébla				
1	LAV	52,3	16,3	36,0	6244	0,84	119,5	3734
2	MO	33,3	14,5	18,8	5208	0,64	156,3	4124
3	SCU-ICI	45,7	17,3	28,4	8429	0,54	184,6	5936
4	SCU-TVA	41,3	13,2	28,1	5845	0,71	141,4	4962
5	IBDU 28	45,3	11,0	34,3	3889	1,17	85,8	4424
6	Osmocote 26	40,8	11,3	29,5	3342	1,22	82,0	3629
7	UF 22	46,0	12,5	33,5	4396	1,05	95,5	5196

IX. Odnožování a výška rostlin jarního ječmene v 11. a 12. fázi. — Tillering and plant height of spring barley at 11th and 12th phases

Varianta	Hnojivo	Počet na nádobu			Výška rostlin v cm	
		11. fáze	12. fáze		11. fáze	12. fáze
		odnože	odnože	klasy		
1	LAV	140	124	77	55,7	65,5
2	MO	127	130	67	51,6	63,0
3	SCU-ICI	115	82	75	55,1	66,5
4	SCU-TVA	102	88	70	53,1	63,5
5	IBDU 28	122	87	70	54,3	67,0
6	Osmocote 26	102	103	74	52,5	63,5
7	UF 22	105	83	66	50,4	63,5

Po hnojení pomalu působícími hnojivy byla zjištěna výrazně vyšší hmotnost kořenů (mimo hnojiva SCU-ICI) a také hmotnost 1000 zrn.

V tab. VIII jsou uvedeny hodnoty měření, zjištěné v 11. fázi růstu jarního ječmene. Z uvedených hodnot je patrné, že u varianty s močovinou byl výnos nadzemní hmoty výrazně nižší. I hnojiv IBDU 28, Osmocote 26 a UF 22 byla zjištěna nižší hmotnost listů i nižší listová plocha.

Tab. IX uvádí počet odnoží, klasů a výšku rostlin ječmene při dávce 3 g N na nádobu v 11. a 12. fázi růstu. Výsledky jednoznačně potvrzují nižší intenzitu odnožování u pomalu působících hnojiv. V množství klasů nejsou výrazné rozdíly mezi použitými hnojivy, a proto se dá usuzovat na to, že vysoká intenzita odnožování je zřejmě i hlavní příčinou nižšího výnosu zrna, což je zvláště výrazné u močoviny. Výška rostlin nebyla použitými hnojivy výrazněji ovlivněna.

Tab. X uvádí výsledky analýz celkového dusíku ve sklizni a celkový

X. Obsah dusíku ve sklizni jarního ječmene (% N v sušině) a odběr N sklizní (mg N na nádobu). — Nitrogen content of spring barley crop (% N in dry matter) and N uptake by the crop (mg N per pot)

Var.	Hnojivo	% N			Odběr mg N na nádobu			
		zrno	sláma	kořeny	zrno	sláma	kořeny	celkem
1	LAV	2,16	1,02	1,46	940	363	131	1434
2	MO	2,98	1,30	1,56	948	435	141	1524
3	SCU-ICI	2,42	0,81	1,52	1123	296	126	1545
4	SCU-TVA	2,25	0,72	1,24	939	248	129	1316
5	IBDU 28	2,06	0,72	1,20	968	236	140	1344
6	Osmocote 26	2,13	0,73	1,30	1041	238	176	1455
7	UF 22	2,13	0,58	1,31	919	192	140	1251

odběr dusíku na nádobu. Nejvyšší obsah N v zrně i slámě byl u varianty hnojené močovinou. Ukazuje se, že rostliny přijaly dokonce větší množství dusíku než z ostatních hnojiv, ale přijatý dusík nebyl využit na tvorbu výnosu zrna. Naopak u hnojiva IBDU 28 a UF 22 byl obsah N v zrně nejnižší. Také odběr dusíku na nádobu byl u těchto variant nižší. Nižší obsah dusíku ve slámě u variant hnojených pomalu působícími N hnojivy svědčí o lepším využití N na tvorbu výnosu zrna. Celkový odběr dusíku na nádobu byl většinou nižší u pomalu působících hnojiv než u močoviny i ledku amonného, i když výnos zrna byl vyšší. Svědčí to o lepších podmínkách výživy rostlin dusíkem. U klasických N hnojiv působí zřejmě vyšší dávka N již depresi růstu, která byla zvláště výrazná u močoviny.

DISKUSE

Výsledky nádobových pokusů s jarní pšenicí a ječmenem potvrzují přednosti pomalu působících hnojiv. Ukazují se jako vhodná hnojiva pro obiloviny, zvláště při vyšších dávkách dusíku, kdy u klasických N hnojiv nastává většinou již deprese výnosu. Naopak při nižších dávkách N většinou vzhledem k pozvolnějšímu uvolňování N nedosahují účinnosti klasických hnojiv.

Pomalu působící hnojiva vzhledem k tomu, že při jejich aplikaci do půdy nedochází k tak výraznému zvýšení obsahu minerálního dusíku v půdě, působí, zvláště při vyšších dávkách dusíku, lépe než klasická hnojiva zřejmě tím, že nenastává deprese tvorby kořenové hmoty, je nižší odnožování u obilnin a celkově lepší využití dusíku rostlinami na tvorbu výnosu zrna. Potvrzují to výsledky pokusů s pšenicí s dělenou dávkou dusíku a ledku amonného a močoviny. Jestliže při jednorázové dávce 2 g N na nádobu byly jednoznačně lepší varianty hnojené pomalu působícími hnojivy než s ledkem amonným a močovinou, při dělené dávce N (1 g N na nádobu při založení pokusu a 1 g N na nádobu po odnožení) ve formě ledku amonného a močoviny nebyly zjištěny rozdíly ve výnose zrna oproti pomalu působícím hnojivům (K n o p, V a n ě k, nepublikováno).

Z pomalu působících hnojiv se velmi dobře osvědčilo hnojivo IBDU 28, které neobsahuje žádný dusík nerozpustný v horké vodě. Hamamoto (1966), Knop (1968) aj. potvrzují také v nádobových a polních pokusech vysokou účinnost IBDU hnojiva, neobsahujícího téměř žádný v horké vodě nerozpustný dusík, který je pro rostliny mimořádně obtížně dostupný.

Podobně jako IBDU působilo Osmocote 26 a ukazuje se, že vývoj a případná výroba obalovaných hnojiv je také perspektivní cestou zvýšení účinnosti dusíkatých hnojiv.

Literatura

- ANONYM: Sulphur — Coated Urea. TVA Demonstrates Improved SCU Technology. Sulphur Institute J., 10, 1974, č. 3-4, s. 2-7.
- BEZDĚK, V. — PEŠÍK, J.: Granulovaná NPK hnojiva s pomalu působícím dusíkem u ozimé pšenice. Agrochémia, 14, 1974, s. 5-9.
- DAVIES, L. H.: Gold — N, and sulphur — coated urea from ICI. Sulphur Institute J., 10, 1974, č. 2, s. 6-13.
- DE HAAN, S. — WERKHOVEN, C. H. E.: Die Wirkung des Stickstoffs in langsam-wirkenden synthetisch-organischen Stickstoffdüngermitteln oder Mischdüngern mit einer langsamwirkenden Stickstoffkomponente. Z. Pflanzenernähr. Bodenk., 1975, č. 3, s. 349-360.
- HAMAMOTO, M.: Isobutylidene diurea as slow acting nitrogen fertilizer and the studies in this field in Japan. Proc. Fert. Soc., 90, 1966, s. 1-77.
- HAUCK, R. D.: Synthetic slow — release fertilizers and fertilizer amendments. In Organic Chem. in the Soil Environment (C. A. I. Goring and J. W. Hamaker, Eds.) Part B, Marcel Dekker New York, 1972, pp. 663-690.
- HUGHES, T. D.: Nitrogen Release from Isobutylidene Diurea: Soil pH and Fertilizer Particle Size Effects. Agronomy J., 68, Jan.-Feb., 1976, s. 103-106.
- JÜRGENS — GSCHWIND, S.: Langsamwirkende Stickstoffdünger — ihre Eigenschaften und Vorteile. BASF Mitt. Landbau, 4/74, 1974, s. 66.
- KNOP, K.: Agrochemické vlastnosti močovinoaldehydových hnojiv. [Závěrečná zpráva.] Praha, AF VŠZ 1968.
- KNOP, K. et al.: Výzkum využití močoviny a nových dusíkatých hnojiv ve výživě rostlin. [Syntetická závěrečná zpráva.] Praha, AF VŠZ 1975.
- MAKAROV, N. B.: Ispolzovanie medlennodejstvujuschich udobrenij i ingibitorov nitrifikacii. Agrochimija, 1975, č. 10, s. 144-155.
- MUTÍNSKÝ, J. — ŠVEHLA, J. — KNOP, K.: Agrochemické a technologické podklady pro výrobu a použití NPK — MA hnojiv. (Souhrnné výsledky výzkumu z let 1964-1974). [Zpráva VÚAnCh.] Ústí nad Labem, č. 102, 1975.
- SHELTON, J. E.: An Evaluation of Sulfur-coated Urea as a Preplant Total Season Nitrogen Supply for Trellised Tomatoes. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 40, 1976, s. 126-129.

Došlo dne 1. 7. 1976

KNOP K.^{1/} VANĚK V.^{1/} BEZDĚK V.^{2/} (Vysoká škola zemědělská, Praha - Suchbátka/^{1/} Výzkumný ústav obilnářský, Kroměříž^{2/}). *Vliv pomalu působících dusíkatých hnojiv na výnos a kvalitu jarní pšenice a jarního ječmene*. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12): 1253-1262, 1976.

V nádobových pokusech s jarní pšenicí a ječmenem byla sledována účinnost nových pomalu působících hnojiv. K pokusům bylo použito těchto hnojiv: Močovina obalovaná sírou (SCU), izobutylaldehydová hnojiva (IBDU), močovinoformaldehydové hnojivo (UF) a obalované hnojivo Osmocote. Výnosy zrna jarní pšenice jednoznačně potvrzují výhodnost použití pomalu působících hnojiv, zvláště při vyšších dávkách dusíku, kde bylo většinou dosaženo vyššího výnosu zrna oproti klasickým dusíkatým hnojivům. Nejlepší výsledky byly dosaženy s hnojivem IBDU 28 a Osmocote 26. Po hnojení pomalu působícími N hnojivy byla většinou zjištěna i lepší kvalita zrna, dusíkatá hnojiva; pomalu působící hnojiva; močovinoaldehydová hnojiva; močovina obalovaná sírou; jarní ječmen; jarní pšenice; výnos a kvalita

КНОП К.,¹⁾ ВАНЕК В.,¹⁾ БЕЗДЕК В.²⁾ (1) Сельскохозяйственный институт, Прага - Сухдол, 2) НИИ зерновых культур, Кромержиж). **Воздействие медленнодействующих азотных удобрений на урожай и качество яровой пшеницы и ярового ячменя.** Rostlinná výroba (Praha) 22 (12) : 1253-1262, 1976.

В опытах в сосудах с яровой пшеницей и яровым ячменем испытывали новые, медленнодействующие удобрения: мочевины в серной оболочке (SCU), изобутиральдегидные удобрения (IBDU), мочевиноформальдегидное удобрение (UF) и гранулированное удобрение Осмокот. Урожаи зерна яровой пшеницы однозначно свидетельствуют в пользу медленнодействующих удобрений, особенно с повышенными дозами азота, по сравнению с классическими азотными удобрениями. Лучше всего себя оправдали IBDU 28 и Осмокот 26. Медленнодействующие азотные удобрения обеспечили и улучшенное качество зерна.

азотные удобрения; медленнодействующие удобрения; мочевиноальдегидные удобрения; мочевины в серной оболочке; яровой ячмень; яровая пшеница; урожай и качество

Adresa autorů:

Doc. ing. Karel Knop, CSc., ing. Václav Vaněk, CSc., Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchbát, ing. Vladimír Bezdek, CSc., Agrotechnický podnik, 767 41 Kroměříž

PRŮBĚH FIXACE A UVOLŇOVÁNÍ FIXOVANÝCH AMONNÝCH IONTŮ V PŮDĚ

L. VOPĚNKA, A. NĚMEC

VOPĚNKA L., NĚMEC A. (Institute of Plant Nutrition, Research Institutes for Crop Production, Praha - Ruzyně). *The Course of Fixation and Release of Fixed Ammonium Ions in Soil*. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12) : 1263-1269, 1976.

The following characteristics of topsoil of four soil types were studied: fixation rates of NH_4^+ supplied from differentiated NH_4^+ application levels and various proportions of soil to the solution at saturation, contents of naturally fixed NH_4^+ , NH_4^+ fixing capacities under moist and dry conditions, and at the same time fixing capacities after removal of soil organic matter. Releasability of fixed NH_4^+ as a result of the action of Na^+ , Ca^{2+} and Mg^{2+} solutions was investigated. Relations and dependences of the course of NH_4^+ fixation in topsoil, and data on NH_4^+ fixation in individual soils in relation to soil properties were assessed. NH_4^+ fixation was found to depend mainly on the quality of clay minerals. Soil organic matter mostly depresses fixation. At the saturation of earth with the NH_4^+ solution the content of NH_4^+ fixed increases with higher concentrations of the NH_4^+ solution.

fixed NH_4^+ ; fixation rate of NH_4^+ supplied; fixing capacities; stability of NH_4^+ fixation

Jednou z cest, jak vytvořit předpoklady pro možnosti ovlivňování využití dusíku, je výzkum nevýměnných amonných iontů, jejichž význam v koloběhu dusíku a ve výživě rostlin dusíkem nebyl u nás dosud podrobněji zkoumán.

Kromě vodorozpustného a výměnného NH_4^+ existuje v půdě ještě určitý podíl iontů NH_4^+ , které nelze vytěsnit ze sorpčního komplexu nadbytkem draselných iontů. Takový NH_4^+ se nazývá fixovaný NH_4^+ . Většina půd obsahuje určité množství přirozeně fixovaného NH_4^+ . Při hnojení hnojivy s amoniakální formou dusíku se toto množství zvětšuje. Maximální množství iontů NH_4^+ , které je daná půda schopna fixovat, se nazývá fixační kapacita.

Půdní jílové minerály mají rozhodující význam pro fixaci NH_4^+ . Podmínkou fixace je proniknutí kationtů NH_4^+ do prostoru mezi vrstvami mřížky jílových minerálů. Zvýšením teploty se zvyšuje elasticita mřížky, a tím i možnost proniknutí kationtu mezi vrstvy mřížky (Mela, 1962). Při studiu struktury jílových minerálů bylo zjištěno, že kationty K^+ a NH_4^+ zkracují vzdálenosti mezi vrstvami trojvrstevných jílových minerálů a naopak kationty Na^+ , Mg^{2+} a Ca^{2+} je rozšiřují (Barshad, 1951; Rich a Lutz, 1965). Kation zkracující vzdálenosti mezi vrstvami mřížky, pokud je fixován, může být vytěsněn pouze kationtem rozšiřujícím tyto vzdálenosti. Ostatní kationty jsou vytěsnitelné kterýmkoliv kationtem.

Někteří autoři (Allison a Roller, 1955; Mela, 1962) studovali fixační kapacity jednotlivých jílových minerálů. Největší fixační

kapacitu má vermikulit, menší illit, ještě menší montmorillonit a nejmenší kaolinit.

Při dosavadním studiu přirozeně fixovaného NH_4^+ v půdě, průběhu fixace NH_4^+ a fixačních kapacit půd došli zahraniční autoři (Dis-sing-Nielsen, 1972; Hinman, 1964; Martin et al., 1970; Mogilevkina, 1965; Nommik, 1957; Peterburgskij a Smirnov, 1966; Sayegh a Rehman, 1969) k některým obecným poznatkům, týkajícím se různých půd: Obsah přirozeně fixovaného NH_4^+ se zvyšuje s hloubkou půdního profilu. Množství fixovaného NH_4^+ se zvyšuje s množstvím dodávaného NH_4^+ . Použití různých hnojiv jako zdrojů NH_4^+ většinou neovlivňuje fixační kapacitu půdy. Fixační proces není závislý na kationtové výměnné kapacitě. Při fixaci se vytváří rovnovážný stav s výměnným NH_4^+ .

MATERIÁL A METODY

Pro studium fixace NH_4^+ byly použity následující půdy:

1. Hnědozem na deluviu opuky s příměsí spraše z Ruzyně, půda jílovitohlinitá, obsahuje především illit a půdní montmorillonit (HM)
2. Černozem na spraši z Ruzyně, půda hlinitá, obsahuje illit, kaolinit a minerály se smíšenými strukturami illitu a montmorillonitu (ČM)
3. Černozem smonice z Chomutova, půda jílovitá, obsahuje montmorillonit s příměsí illitu a kaolinitu (ČMsm)
4. Illimerizovaná půda oglejená na svahovině z Březnice, půda hlinitá, obsahuje illit, půdní vermikulit a kaolinit (IPg)

I. Některé vlastnosti sledovaných půd důležité pro studium fixace NH_4^+ . — Some properties of soils studied important for the investigation of NH_4^+ fixation

Zemina	% frakce <0,001 mm	Sorpční kapacita T v mval na 100 g	pH vým.	% Cox	% Nt
ČMsm	44,8	41,5	7,0	2,68	0,20
HM	27,2	25,2	7,3	1,20	0,13
ČM	18,8	17,5	7,5	1,36	0,13
IPg	13,6	15,3	5,9	1,51	0,14

V tab. I jsou uvedeny některé vlastnosti těchto půd, které jsou důležité pro studium fixace NH_4^+ .

Fixace NH_4^+ byla studována následujícími metodami:

Stupeň fixace NH_4^+ (podíl fixovaného NH_4^+ z dodaného NH_4^+) byl stanoven nepřímou. Vzorek zeminy byl sycen různými dávkami roztoku síranu amonného do rovnovážného stavu, po čemž následovala extrakce vzorku 1 N roztokem síranu draselného.

V extraktu byl stanoven obsah rovnovážného NH_4^+ destilací. Obsah fixovaného NH_4^+ byl vypočten odečtením obsahu rovnovážného NH_4^+ v extraktu od součtu množství dodaného a výměnného NH_4^+ . Metoda byla upravena podle Bowera (1950). Sycení vzorku NH_4^+ bylo prováděno při třech poměrech zeminy k roztoku.

Obsah přirozeně fixovaného NH_4^+ byl stanoven extrakcí vzorku směsí kyselin 2N HF a 1N HCl, při níž dojde k destrukci mřížky jílových minerálů a uvolnění fixovaného NH_4^+ , a následující destilací. Od takto stanoveného množství NH_4^+ byl odečten obsah výměnného NH_4^+ . Metoda byla upravena podle Bremnera (1959) a Kudejarova a Potkina (1971).

Výměnný NH_4^+ byl stanoven destilací z extraktu vzorku 1 N roztokem síranu draselného.

Principem stanovení fixační kapacity za vlhka bylo nasycení vzorku zeminy 1 N roztokem síranu amonného, odstranění vodorozpustného a výměnného NH_4^+ 1 N roztokem síranu draselného, uvolnění fixovaného NH_4^+ směsí 2 N HF a 1 N HCl a destilační stanovení uvolněného NH_4^+ . Při stanovení fixační kapacity za sucha byly vzorky před extrakcí 1 N roztokem síranu draselného vysušeny při teplotě 105 °C. Po zahřátí a vysušení vzorku dojde ke změnám ve způsobu vazby fixovaného kationtu. Dále byly stanoveny fixační kapacity za vlhka a za sucha po odstranění organické hmoty peroxidem vodíku.

Bylo sledováno uvolňování fixovaného NH_4^+ roztoky chloridu sodného, chloridu vápenatého a síranu hořečnatého o koncentraci 0,2 N, 1 N a 2 N. Vzorky zeminy byly před extrakcí těmito roztoky nasyceny NH_4^+ jednak na fixační kapacitu, jednak dávkou 1000 ppm N při poměru zeminy k roztoku 1 : 1. Obsah NH_4^+ v extraktech byl stanoven destilační metodou.

VÝSLEDKY

Stupeň fixace dodaného NH_4^+ půdami. V rozsahu zkoumaných dávek NH_4^+ menších než 2000 ppm N docházelo ve všech případech při zvyšování dávky dodaného NH_4^+ ke zvyšování fixace NH_4^+ . V daném rozsahu dávek NH_4^+ a při téměř poměru zeminy k roztoku se

II. Procentický podíl fixovaného NH_4^+ z dodaného NH_4^+ při různých poměrech zeminy k roztoku a při stupňovaných dávkách dodaného NH_4^+ . — Percentual proportion of fixed NH_4^+ from NH_4^+ supplied at various proportions of soil to the solution and at differentiated NH_4^+ application levels

Poměr zeminy k roztoku	Množství N dodaného do půdy v ppm	Procentický podíl fixovaného NH_4^+ z dodaného NH_4^+ u zeminy			
		ČMsm	HM	ČM	IPg
1 : 1	200	21,0	23,0	13,5	14,0
	400	20,2	20,7	12,0	12,7
	600	19,4	20,2	10,7	12,7
	800	19,5	20,6	9,6	12,8
	1000	20,7	21,5	13,1	13,6
	1200	21,7	22,0	13,2	13,8
	1400	21,3	22,4	12,9	13,3
	1600	21,5	22,3	13,9	13,1
	1800	21,3	22,0	13,4	12,5
	2000	20,3	21,3	12,8	12,1
	průměr	20,7	21,6	12,5	13,1
1 : 2	1200	11,4	13,0	6,0	6,7
	1600	10,8	10,5	5,2	5,7
	2000	9,1	9,8	5,3	5,7
	průměr	10,2	11,1	5,5	6,0
1 : 5	1200	7,7	8,8	4,6	5,5
	1600	6,6	7,4	4,3	5,5
	2000	6,7	7,8	4,2	5,4
	průměr	7,0	7,9	4,4	5,3

procento fixovaného NH_4^+ z dodaného NH_4^+ příliš nelišilo. Při poměru zeminy k roztoku 1 : 1 bylo možno v daném rozsahu dávek označit závislost množství dodatečně fixovaného NH_4^+ na množství dodaného NH_4^+ jako lineární závislost. S klesajícím poměrem zeminy k roztoku též klesalo průměrné procento fixace. V tab. II jsou uvedena procenta fixovaného NH_4^+ z dodaného NH_4^+ při stupňovaných dávkách dodaného NH_4^+ a různém poměru zeminy k roztoku.

III. Obsahy přirozeně fixovaného NH_4^+ a fixační kapacity pro NH_4^+ u sledovaných zemín. — Contents of naturally fixed NH_4^+ and fixing capacities for NH_4^+ in soils studied

Zemina	ppm N				
	A	B	C	D	E
ČMsm	120	812	1120	812	2080
HM	80	896	1980	1260	4080
ČM	60	392	1670	588	1210
IPg	90	407	1050	407	1170

A — obsahy přirozeně fixovaného NH_4^+

B — fixační kapacity za vlhka

C — fixační kapacity za sucha

D — fixační kapacity za vlhka po odstranění organické hmoty

E — fixační kapacity za sucha po odstranění organické hmoty

IV. Průměrné uvolňování fixovaného NH_4^+ působením roztoků Na^+ , Ca^{2+} a Mg^{2+} . — Average release rate of fixed NH_4^+ as a result of the action of Na^+ , Ca^{2+} and Mg^{2+} solutions

	Koncentrace roztoku	Průměrné % uvolněného NH_4^+ z celkového obsahu NH_4^+ roztokem		
		Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
Zemina nasycená NH_4^+ na fixační kapacitu	0,2 N	69,0	76,9	82,3
	1 N	89,5	88,5	94,6
	2 N	91,7	92,3	96,3
Zemina nasycená NH_4^+ dávkou 1000 ppm N při poměru zeminy k roztoku 1 : 1	0,2 N	73,2	71,2	93,7
	1 N	91,7	81,5	95,6

Obsah přirozeně fixovaného NH_4^+ a fixační kapacity. V tab. III jsou uvedeny obsahy přirozeně fixovaného NH_4^+ , fixační kapacita za vlhka a za sucha a tytéž fixační kapacity po odstranění organické hmoty. Ve všech případech jsou fixační kapacity za sucha vyšší než za vlhka. Odstraněním organické hmoty fixační kapacita za vlhka u zemín HM a ČM vzrostla, u zemín IPg a ČMsm se nezměnila, fixační

kapacita za sucha vzrostla u všech zemin s výjimkou ČM, kde došlo k poklesu. Srovnáme-li fixační kapacity s průměrnými procenty fixace dodaného NH_4^+ , vidíme, že pořadí zemin a relace mezi nimi zůstávají zachovány u průměrných procent fixace při různých poměrech zeminy k roztoku a u fixační kapacity za vlhka.

Uvolnitelnost fixovaného NH_4^+ . V tab. IV jsou uvedeny hodnoty udávající procentický podíl NH_4^+ uvolnitelného působením roztoků kationtů Na^+ , Ca^{2+} a Mg^{2+} z celkového množství fixovaného NH_4^+ . V případě nasycení zeminy na fixační kapacitu byla jako 100 % vzata hodnota fixační kapacity za vlhka, v případě nasycení zeminy NH_4^+ dávkou 1000 ppm N byl jako 100 % vzat součet množství přirozeně fixovaného NH_4^+ dané zeminy v ppm N a hodnoty udávající stupeň fixace dané zeminy v ppm N při dávce 1000 ppm N a daném poměru zeminy k roztoku (1:1).

Při zvýšení koncentrace extrahujícího kationtu z 0,2 N na 1 N dochází v naprosté většině případů ke zvýšení vyluhování fixovaného NH_4^+ . Při zvýšení koncentrace extrahujícího kationtu z 1 N na 2 N je toto zvýšení podstatně menší. Účinek Na^+ je v průměru blízký účinku Ca^{2+} . Nejvíce fixovaného NH_4^+ uvolňuje Mg^{2+} . Pořadí účinnosti jednotlivých kationtů u různých zemin bylo ve většině případů stejné.

DISKUSE

Mnozí autoři považují proces fixace za rovnovážný pochod. Po určitém časovém intervalu se za konstantní teploty vytvoří rovnováha mezi ionty NH_4^+ v roztoku, výměnným NH_4^+ a fixovaným NH_4^+ . Při nízkých koncentracích roztoku NH_4^+ by z této rovnováhy vyplývalo, že množství dodatečně fixovaného NH_4^+ je přímo úměrné koncentraci roztoku NH_4^+ při syčení. Tomuto předpokladu by odpovídala jednak téměř lineární závislost množství dodatečně fixovaného NH_4^+ na dávce NH_4^+ při stejném poměru zeminy k roztoku, jednak pokles fixace při snížení poměru zeminy k roztoku, neboť při téže dávce NH_4^+ je při nižších poměrech zeminy k roztoku nižší koncentrace NH_4^+ v roztoku. Skutečný průběh fixace je však poněkud odchylný od ideální rovnováhy. Systém, v němž dochází k fixaci, není jednofázový (roztok). Kation reaguje s částicí jílového minerálu; dostane se tedy snadněji do míst blízko povrchu částice než do míst uvnitř mřížky. Rovněž vyšší koncentrace NH_4^+ ovlivňuje skutečný průběh fixace.

Jílové minerály mají rozhodující úlohu v procesech fixace. Zjistili jsme, že vlastnosti půdních jílových minerálů vzhledem k fixaci NH_4^+ nejlépe charakterizuje hodnota získaná dělením průměrného procentického podílu fixovaného NH_4^+ z dodaného NH_4^+ (při poměru zeminy k roztoku 1:1) procentickým zastoupením jílové frakce dané zeminy. Následuje přehled těchto hodnot pro jednotlivé zeminy:

ČMsm	0,462
HM	0,795
ČM	0,665
IPg	0,964

Největší schopnost fixace projevuje illit s vermikulitem z Březnice, menší illit s půdním montmorillonitem z ruzyňské hnědozemě, ještě menší illit, kaolinit a smíšené struktury illitu a montmorillonitu z ruzyňské černozemě a nejmenší převažující montmorillonit z Chomutova.

Po odstanění organické hmoty se ve většině případů zvýší fixační kapacita. Nápadná je též nejnižší schopnost fixace jílové frakce u černozemě — smonice z Chomutova, jež obsahuje nejvíce organické hmoty. Je tedy možné vyslovit domněnku, že organická hmota působí snížení fixace NH_4^+ .

Pořadí jednotlivých zemin podle schopnosti fixace a relace mezi nimi neodpovídá pořadí zemin podle hodnoty T a relacemi mezi nimi. Tento fakt potvrzuje závěry autorů, že fixační proces nesouvisí s kationtovou výměnnou kapacitou.

Kationty Na^+ , Ca^{2+} a Mg^{2+} patří mezi ty kationty, které působí rozšíření mřížky trojvrstevných jílových minerálů. Kationty NH_4^+ , které jsou fixovány právě v těchto prostorách uvnitř mřížky, se tím dostanou do působnosti těchto kationtů, jež je potom mohou vytěsnit. Při vyšších koncentracích jsou tyto kationty schopné vytěsnit všechny dodatečně fixovaný NH_4^+ a též část přirozeně fixovaného NH_4^+ . Část fixovaného NH_4^+ je však vázána tak pevně, že ji není možné tímto způsobem uvolnit; tento podíl fixovaného NH_4^+ znamená ztrátu dusíku. Lze předpokládat, že část fixovaného NH_4^+ uvolnitelná roztoky kationtů rozšiřujícími mřížku jílových minerálů je zdrojem pomalu působícího dusíku pro výživu rostlin.

Literatura

- ALLISON, F. E. — ROLLER, E. M.: Fixation and release of ammonium ions by clay minerals. *Soil Sci.*, 80, 1955, s. 349-362.
- BARSHAD, I.: Cation exchange in soils. I. Ammonium fixation and its relation to potassium fixation and to determination of ammonium-exchange capacity. *Soil Sci.*, 72, 1951, s. 361-383.
- BOWER, C. A.: Fixation of ammonium in difficulty exchangeable form under moist conditions by some soils of semiarid regions. *Soil Sci.*, 70, 1950, s. 375-383.
- BREMNER, J. M.: Determination of fixed ammonium in soil. *J. Agric. Sci.*, 52, 1959, s. 147-161.
- DISSING-NIELSEN, J.: Fixation and release of potassium and ammonium ions in Danish soils. *Plant and Soil*, 36, 1972, s. 71-88.
- HINMAN, W. C.: Fixed ammonium in some Saskatchewan soils. *Canad. J. Soil Sci.*, 44, 1969, s. 151-157.
- KUDEJAROV, V. N. — POTKIN, A. I.: K metodike opredelenija fiksirovannogo ammonia v počve. *Agrochimija*, 1971, č. 11, s. 132-138.
- MARTIN, A. E. — GILKES, R. J. — SKJEMSTAD, J. D.: Fixed ammonium in soils developed on some Queensland phyllites and its relation to weathering. *Australian J. Soil Res.*, 8, 1970, s. 71-80.
- MELA, P. M.: Fixation of ammonium by clay minerals in relation to some probable effects on the vegetative development of plants. *Soil Sci.*, 93, 1962, s. 189-195.
- MOGILEVKINA, I. A.: Soderžaniye fiksirovannogo ammonia v nekotorych tipach počv SSSR i ich NH_4^+ fiksirujuščaja sposobnost'. *Agrochimija*, 1965, č. 7, s. 26-35.
- NOMMIK, H.: Fixation of ammonium in soils. *Acta agric. Scand.*, 7, 1957, s. 395-436.
- PETERBURGSKIJ, A. V. — SMIRNOV, P. A.: Ammonium fixation by some soils in the USSR and the availability of this ion to plants. *Plant and Soil*, 25, 1966, s. 119-128.
- RICH, C. I. — LUTZ, J. A.: Mineralogical changes associated with ammonium and potassium in soil clays. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 29, 1965, s. 167-170.
- SAYEGH, A. H. — REHMAN, H.: Ammonium fixation in alkaline Lebanese soils. *Soil Sci.*, 108, 1969, s. 202-208.

Došlo dne 20. 2. 1976

VOPĚNKA L., NĚMEC A. (Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Praha - Ruzyně). *Průběh fixace a uvolňování fixovaných amonných iontů v půdě*. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12) : 1263-1269, 1976.

U orníc ze čtyř půd byly sledovány stupně fixace dodaného NH_4^+ při stupňovaných dávkách NH_4^+ a různém poměru zeminy k roztoku při sycení, obsahy přirozeně fixovaného NH_4^+ , fixační kapacity pro NH_4^+ za vlhka a za sucha a stejné fixační kapacity po odstranění půdní organické hmoty. Byla studována uvolnitelnost fixovaného NH_4^+ působením roztoků Na^+ , Ca^{2+} a Mg^{2+} . Byly zhodnoceny vztahy a závislosti týkající se průběhu fixace NH_4^+ orníc a údaje charakterizující fixaci NH_4^+ jednotlivými půdami ve vztahu k půdním vlastnostem. Bylo zjištěno, že fixace NH_4^+ půdami závisí především na kvalitě jílových minerálů. Půdní organická hmota většinou snižuje fixaci. Při sycení zeminy roztokem NH_4^+ se zvyšuje obsah fixovaného NH_4^+ se zvyšující se koncentrací roztoku NH_4^+ .

fixovaný NH_4^+ ; stupeň fixace dodaného NH_4^+ ; fixační kapacity; pevnost fixace NH_4^+

ВОПЕНКА Л., НЕМЕЦ А. (Институт питания растений, Научно-исследовательские институты растениеводства, Прага - Рузыне). *Ход фиксации и освобождения фиксированных аммониевых ионов в почве*. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12) : 1263-1269, 1976.

На пахотных слоях 4 почв определяли степень фиксации внесенного NH_4^+ при нарастающих дозах NH_4^+ и разном соотношении почвы к раствору при насыщении, содержание NH_4^+ в естественной фиксации, емкость фиксации NH_4^+ в сырых и сухих условиях, те же емкости фиксации при удалении почвенного органического вещества. Изучали освобожденность фиксированного NH_4^+ под влиянием растворов Na^+ , Ca^{2+} и Mg^{2+} . Оценены отношения и зависимости, касающиеся хода фиксации NH_4^+ пахотным слоем, данные, характеризующие фиксацию NH_4^+ видами почв по отношению к их свойствам. Установлено, что фиксация NH_4^+ почвами зависит, главным образом, от качества илистых материалов. Почвенное органическое вещество обычно снижает фиксацию. При насыщении почвы раствором NH_4^+ по мере роста его концентрации увеличивается и содержание фиксируемого NH_4^+ .

фиксированный NH_4^+ ; степень фиксации внесенного NH_4^+ ; емкость фиксации; прочность фиксации NH_4^+

Adresa autorů:

Luděk Vopěnka, ing. Adolf Němec, CSc., Ústav výživy rostlin, VÚRV, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

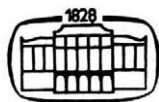
Acta Agronomica
Academiae Scientiarum Hungaricae

The agricultural journal of the Hungarian Academy of Sciences.

Acta Agronomica is an English language journal carrying articles connected with the agricultural sciences, in particular in the field of basic research in agriculture.

Acta Agronomica appears twice a year in two double number, which make up one volume. Generally one volume is published annually.

Acta Agronomica has an annual subscription fee of \$32.00; £12.80; DM 90,—.



Akadémiai Kiadó
Budapest

Distributors: Kultura, H-1389 Budapest 62, P. O. B. 149

ZMĚNY FOSFÁTOVÉHO POTENCIÁLU V PŮDĚ V ZÁVISLOSTI NA FOSFOREČNÉM HNOJENÍ A ČASE

J. PIRKL, J. KOTEK

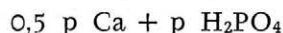
PIRKL J., KOTEK J. (Research Institutes for Crop Production Praha - Ruzyně). *Changes in Soil Phosphate Potential in Dependence on Phosphoric Fertilizing and Time*. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12) : 1271-1277, 1976.

Changes in phosphate potential (PP) were investigated in soil samples taken from field experimental plots: the soil samples were of degraded chernozem, chernozem smolnitza and brown forest soil types where differentiated rates of double superphosphate, dicalcium phosphate dihydrate and Hydroxylapatite had been applied. At the same time in a model experiment established on the same types of soil the course of retrogradation of phosphates supplied was studied by means of determining a drop of PP values in certain time intervals. The rate of 22 kg P₂O₅·ha⁻¹ maintained the initial PP value in degraded chernozem and brown forest soil in the course of the whole period under study. Higher phosphorus rates increased PP values. Differences of PP values in various types of phosphoric fertilizers were observed in dependence on soil pH. The highest PP values were obtained on brown forest soil, the lowest that did not even reach necessary phosphorus concentrations in the soil solution on chernozem smolnitza. Retrogradation of phosphorus supplied to soil occurs rather quickly, in dependence on soil type; the highest drop of PP values is during 50 days after fertilizer application.

phosphate potential; phosphoric fertilizers; solubility; retrogradation; soil phosphates

Všechny současné metody užívané k stanovení množství rostlinám přijatelných fosfátů jsou ve své podstatě metodami usančními, určujícími nejvýše ty chemické sloučeniny fosforu, které jsou považovány za nejsnadněji dostupné rostlinám.

Schofield (1955) se proto pokusil na základě termodynamických úvah definovat veličinu, která by charakterizovala uvolnitelnost fosfátu z půdy do roztoku a nazval ji fosfátový potenciál (dále jen PP)



Za předpokladu, že je udržována konstantní koncentrace iontu Ca²⁺, je změna PP mírou změny koncentrace iontu H₂PO₄⁻ v roztoku.

Jako nejvhodnější roztok k stanovení PP navrhl 0,01 M roztok CaCl₂, neboť Ca²⁺ je převládajícím výměnným kationtem v půdě a aniont Cl⁻ nemá žádný významný vliv na PP. Současně uvedl, že hodnoty PP nezávisí na koncentraci CaCl₂ do hodnoty 0,01 M. Tuto skutečnost rozšířil Larsen (1965) i pro vyšší koncentrace CaCl₂ zavedením korekce na tvorbu nedisociovaného komplexu CaHPO₄.

Stanovení PP zkoumal blíže Aslyng (1954, 1964). Půdy byly třepány s 0,01 M roztokem CaCl_2 v poměrech půda:roztok = 1:2 a 1:5.

Tento postup byl však kritizován v sérii prací White a Beckett (1964) a Beckett a White (1964). Autoři navrhli vytřepávání půdy s roztoky 0,01 M CaCl_2 a odstupňovaným množstvím primárního fosfátu. Koncentraci H_2PO_4^- v roztoku, který ani nepřijímá, ani neodevzdává fosfát půdě, lze považovat za koncentraci fosfátů v půdním roztoku. Tato koncentrace byla označena jako parametr intenzity I_0 . Protože se koncentrace iontu Ca^{2+} při uvedeném postupu prakticky nemění, je parametr I_0 mírou fosfátového potenciálu a lze tak PP snadno vypočítat.

Vedle této metody, která se v praxi dobře osvědčila, lze PP stanovit přímým změřením koncentrace fosfátu a iontu Ca^{2+} ve vyděleném půdním roztoku. To však naráží na experimentální potíže se získáním dostatečného množství půdního roztoku.

Všechny výše uvedené způsoby měření PP poskytují hodnoty, které určují intenzitu přechodu fosfátu z pevné fáze do roztoku (odtud výše zmíněný název parametr intenzity) a jsou tudíž úměrné chemickému potenciálu fosfátu v půdním roztoku. Chemický potenciál v roztoku by měl být v případě dosažení rovnováhy v systému půda-roztok roven chemickému potenciálu fosfátu v pevné fázi.

Chemický potenciál je obecně dán výrazem

$$\mu_i = \mu_i^\circ + RT \ln a_i$$

Ze změřené koncentrace c_i lze vypočítat a_i podle vztahu

$$a_i = f_i c_i,$$

kde f_i je aktivní koeficient.

Je však třeba dodat, že chemický potenciál iontu je přesněji popsán rovnicí:

$$\mu_i = \mu_i^\circ + RT \ln a_i + z F \phi_i,$$

kde z je náboj iontu, F je Faradyův náboj a ϕ_i je elektrický potenciál.

Tento tzv. elektrochemický potenciál nemusí být v pevné půdní fázi a v půdním roztoku stejný. Rozdíl přísluší rozdílu elektrického potenciálu $\Delta\phi$. Ten se mění se změnou složení roztoku.

Pokus o aplikaci chemického potenciálu na určení přijatelného fosfátu rostlinou naráží na některé problémy. Lze je rozdělit na dvě skupiny:

a) chemický potenciál H_2PO_4^- , případně PP nebo jednoduše koncentrace iontu H_2PO_4^- je, jak již bylo výše uvedeno, faktorem intenzitním a neříká nám nic o zásobě fosfátu, rychlosti jeho uvolňování z půdy, rychlosti pohybu ke kořenům rostliny a vlivu ostatních iontů (vyjma částečně Ca).

b) Vlastní určení chemického potenciálu je velmi obtížné. Pokud byla koncentrace iontu H_2PO_4^- v 0,01 M CaCl_2 korelována s příjmem fosforu rostlinou, nebylo vždy dosaženo dostatečné průkaznosti. Příčinou nebylo pouze to, že nebyly uvažovány další parametry, především parametr

kvantity (K u d e j a r o v á, 1967). Na průkaznost korelace mělo značný vliv pH půdy (S i ň a g i n a, 1966; S o k o l o v, 1968;). Zatímco v kyselých půdách bylo ve většině případů dosaženo uspokojivé průkaznosti, v alkalických půdách byl příjem P podstatně vyšší než by odpovídalo příjmu fosforu v kyselých půdách při dané koncentraci iontu H_2PO_4^- . Z toho vyplývá, že rostlina přijímá nejen iont H_2PO_4^- ale též iont HPO_4^{2-} . Ale i kdyby rostlina nebyla schopna přijímat iont HPO_4^{2-} , v silně pufovaném půdním roztoku dojde po odčerpání iontu H_2PO_4^- k okamžitě nastavení rovnováhy podle rovnice:

$$K = \frac{[\text{HPO}_4^{2-}][\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} \text{ při čemž } [\text{H}^+] = \text{konst.}$$

Musí být proto iont HPO_4^{2-} zahrnut do výpočtu PP, resp. do chemického potenciálu fosfátu.

Na základě této úvahy by mohl být pro PP navržen výraz

$$0,5 \text{ Ca} + 0,5 \text{ p } ([\text{H}_2\text{PO}_4] + [\text{HPO}_4^{2-}]).$$

Jakmile je však zahrnuta koncentrace iontu HPO_4^{2-} do výrazu pro PP, stává se jeho hodnota závislá na koncentraci vodíkových iontů. Pro srovnání půd by bylo potom nutné udržovat nejen konstantní koncentraci iontů H_2PO_4^- a HPO_4^{2-} , ale i pH, což je prakticky nemožné.

Pro praktické měření je proto zatím nejvýhodnější užívat hodnotu celkové koncentrace fosfátu ve výluhu 0,01 M CaCl_2 , tj. součet koncentrací iontů H_2PO_4^- a HPO_4^{2-} . Tím však ztrácí PP svoji univerzálnost, neboť bez znalosti koncentrace iontu Ca^{2+} a pH nelze vypočítat skutečný obsah P v půdním roztoku, kde především ioncentrace iontu Ca^{2+} bývá dosti odlišná od 0,01 M.

Pro přesné sledování půdních rozborů je proto výhodnější vydělený půdní roztok nebo alespoň vodný výluh.

Použití 0,01 M CaCl_2 nelze však zcela odsuzovat, neboť zajišťuje dostatečně konstantní iontovou sílu, bezpodmínečně nutnou k vzájemnému porovnání půd z hlediska koncentrace fosfátu v půdním roztoku. Toto není splněno v případě vyděleného půdního roztoku, jehož iontová síla značně kolísá.

Vzhledem k tomu, že ve fosfátovém potenciálu podle S c h o f i e l d a (1955) $0,5 \text{ p Ca} + \text{p H}_2\text{PO}_4^-$ není zahrnuta koncentrace iontů HPO_4^{2-} , užili jsme pro vyjádření PP celkové koncentrace fosfátu v roztoku 0,01 M CaCl_2 , tj. součtu koncentrace iontů H_2PO_4^- a HPO_4^{2-} . Tato rovnovážná koncentrace není vždy mírou chemického potenciálu fosfátu v půdě, takže název fosfátový potenciál není zcela oprávněný. Přesto jsme tento název pro rovnovážnou koncentraci P v roztoku 0,01 M CaCl_2 ponechali, protože nejlépe vystihuje intenzivní charakter změřené hodnoty.

MATERIÁL A METODY

Sledování změn fosfátového potenciálu v závislosti na fosforečném hnojení jsme prováděli v půdních vzorcích odebraných vždy po sklizni plodiny z dlouhodobých

výživářských pokusů založených ing. J. Jedličkou na degradované černozemi v Ruzyni, na hnědé půdě v Březnici a černozemi smonici v Chomutově.

Vzorky byly odebrány z kombinace NK a dvou kombinací hnojených na stejném základě NK stupňovanými dávkami fosforečných hnojiv 22, 44, 88 kg P ha⁻¹ ve formě dvojitého superfosfátu (DSP), dikalciumfosfátu dihydrátu (DCPD) a hydroxylapatitu (HA).

Modelový pokus pro sledování poklesu fosfátového potenciálu s časem byl založen na stejných půdách a potřebná zemina byla odebrána z kombinace nehnojené.

Půdy byly naváženy po 50 g do polyetylenových sáčků, pro každou půdu 40. Do jedné poloviny sáčků bylo napipetováno 10 ml 0,05 M roztoku (NH₄)₂HPO₄, což odpovídá 10 μmol P na g půdy a do druhé poloviny 10 ml destilované vody. Po zatavení sáčků a promísání zeminy byly vzorky umístěny do termostatu při 20 °C. Fosfátový potenciál byl stanoven po 1, 4, 8, 21, 36, 56, 84, 112, 140 a 170 dnech od začátku pokusu, a to vždy ve dvou sáčcích s přidavkem fosfátů a ve dvou bez přidavku fosfátů. Fosfátový potenciál byl vždy stanoven tak, že 50 g půdy bylo třepáno na rotační třepače se 100 ml 0,01 M CaCl₂. Po filtraci byl ve filtrátu stanoven fosfor

I. Změny fosfátového potenciálu v závislosti na hnojení různými fosforečnými hnojivy. — Changes of phosphate potential in dependence on fertilizing with various phosphoric fertilizers

Rok odběru	Kombinace hnojení	Fosfátový potenciál x 10 ⁻⁶ M		
		Chomutov	Ruzyně	Březnice
1968	NK	1,4	10,3	11,5
	DSP 22	1,3	10,8	10,8
	44	2,4	12,8	16,5
	88	2,8	14,6	14,3
	DCPD 22	1,3	10,3	16,3
	44	1,6	15,8	8,2
	88	3,2	13,5	17,3
	HA 22	1,5	10,8	11,5
	44	1,7	11,9	9,7
	88	1,5	11,8	9,9
1971	NK	1,1	11,4	9,6
	DSP 22	0,7	16,5	13,4
	44	1,4	28,4	24,6
	88	3,1	31,8	32,4
	DCPD 22	0,7	16,0	15,4
	44	1,3	17,2	17,0
	88	1,2	20,3	37,4
	HA 22	0,7	10,3	9,7
	44	0,6	9,7	10,0
	88	0,4	7,8	9,2
1973	NK	0,5	7,9	5,8
	DSP 22	0,7	13,3	7,5
	44	1,3	14,3	14,7
	88	1,8	29,5	54,5
	DCPD 22	0,8	10,6	14,9
	44	1,3	12,0	24,0
	88	1,4	16,6	72,0
	HA 22	0,8	8,0	7,1
	44	0,5	6,6	4,9
	88	0,7	6,6	5,0

kolorimetricky metodou Murphyho a Rileye (1962), modifikovanou Watanabem a Olsenem (1965). Výsledná rovnovážná koncentrace je vyjádřena v $\mu\text{mol P}$.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Fosfátový potenciál sledovaných půd na kombinaci NK v průběhu sledovaných let klesá (tab. I). To znamená, že labilní formy půdních fosfátů nestačí doplňovat zásobu fosfátů v půdním roztoku, která se snižuje odběrem P rostlinami. Na půdě z Chomutova ani nejvyšší dávka dvojitého superfosfátu a dikalciumfosfátu dihydrátu neudrží v dalších letech obsah P v půdním roztoku na úrovni z r. 1968. Hydroxylapatit jako ve vodě nerozpustné hnojivo se na zvýšení fosfátového potenciálu nepodílí v žádném případě a při vyšších dávkách tohoto hnojiva dochází dokonce k poklesu hodnoty P. Tento pokles je pravděpodobně způsoben sorpcí fosfátu půdního roztoku na povrchu hydroxylapatitu. Hodnoty PP dobře reagují na hnojení DSP a DCPD a zvyšují se se zvyšujícími se dávkami těchto hnojiv. Projevuje se zde i reaktivnost těchto hnojiv s půdou. Na neutrálních půdách v Chomutově a Ruzyni jsou většinou hodnoty PP po hnojení DCPD nižší než po hnojení DSP. Na mírně kyselé půdě z Březnice je tomu naopak. Fosfátový potenciál reaguje na fosforečné hnojení, a to jak dávky, tak, i formy velmi přesně. Vzestup hodnot PP s rostoucí dávkou hnojiva je zvláště u vodorozpustných hnojiv podstatně strmější než u ostatních metod užívaných pro stanovení rostlinám přístupného fosforu. Rovněž rozlišení jednotlivých forem fosforečných hnojiv je dokonalejší. Nejvyšších hodnot PP bylo dosaženo na půdě z Březnice, což souvisí s nižší sorpční mohutností této půdy vůči fosforu i s nižší energií vazby P. Chomutovská půda naproti tomu poskytla hodnoty PP velmi nízké. Výraznější vzestup byl pozorován pouze v případě maximálních dávek nejrozpustnějších hnojiv, avšak získaná hodnota PP nedosáhla optimální koncentrace v půdním roztoku, která podle různých autorů má být asi $6,5 \cdot 10^{-6} \text{ M P}$. Tato skutečnost souvisí jak s vysokou energií vazby fosfátů, tak s vysokou rychlostí degradace fosfátových iontů v této půdě.

Ze srovnání hodnot PP chomutovské a ruzyňské půdy je zřetelně vidět, že chomutovská půda má proti ruzyňské při stejných dávkách fosfátového hnojiva podstatně nižší PP. Tato skutečnost je těžko vysvětlitelná při tak malém rozdílu v průběhu adsorpčních izoterm obou půd.

Je však všeobecně známo, že v průběhu času dochází v půdě k degradaci fosfátu. Fosfáty přecházejí z více rozpustné formy na méně rozpustnou. Není však prakticky známo, jaký je průběh degradace.

Sledovali jsme proto v průběhu asi půl roku pokles PP všech tří zkoumaných půd, které byly předem vyhnojeny dávkou $10 \mu\text{mol P}$ na 1 g půdy i v půdách bez přídatku P. Získané hodnoty jsou uvedeny v tab. II. Hodnoty PP získané na půdě bez přídatku P se prakticky nemění (Chomutov) nebo mají mírně vzestupnou tendenci (Ruzyně, Březnice).

Hodnoty PP získané po 24 hodnotách na půdách s přídatkem P zhruba odpovídají průběhu adsorpčních izoterm. Půda z Březnice má PP nejvyšší (počet adsorpčních míst nejmenší) a půda ruzyňská PP nejnižší (počet adsorpčních míst největší). PP chomutovské půdy je o něco vyšší než

Počet dní	10 μ mol P na 1 g půdy			Bez přídatku P		
	Ruzyně	Březnice	Chomutov	Ruzyně	Březnice	Chomutov
1	255,7	791,5	306,0	5,1	3,9	0,8
4	184,6	519,0	207,8	4,4	3,6	0,7
8	175,6	393,8	175,6	5,4	4,0	0,5
21	138,2	315,5	121,4	6,0	4,5	0,7
36	131,2	335,7	89,7	6,9	5,3	0,7
56	110,2	223,3	85,0	6,5	4,9	0,7
84	95,2	178,2	78,0	7,8	5,2	0,9
112	94,0	148,0	62,7	7,6	5,6	0,9
140	94,0	124,0	55,0	7,1	4,7	0,7
170	90,0	128,2	57,5	8,4	5,0	0,9

v půdě ruzyňské. To je vysvětlitelné z poměru konstant S Langmuirovy adsorpční izotermie fosfátu v těchto půdách. (Ruzyně 6,62, Chomutov 5,40).

V průběhu času však PP chomutovské půdy klesá rychleji než půdy ruzyňské. Po osmi dnech se PP obou půd vyrovnají a na konci pokusu je PP chomutovské půdy podstatně nižší než ruzyňské. Březnická půda má sice PP na konci pokusu opět nejvyšší, ale difference od obou ostatních je menší než na začátku pokusu.

Z popsanych pokusů je patrný značný rozdíl v rychlosti degradace fosfátu. Zvláště je rychlá degradace fosfátů v chomutovské půdě, což vysvětluje dosažení nízkých hodnot PP (měřených po sklizni, tj. asi rok po zapravení hnojiv) při tak vysokých každoročních dávkách hnojiv.

Příčinou tak rozdílné rychlosti retrogradace může být vyšší energie vazby fosfátu v chomutovské půdě, ale nebude to pravděpodobně jediná příčina.

V tomto směru bude potřeba dalších měření, a to především zjištění kinetiky degradace fosfátu ve větším počtu půd při různých přídavních fosfátu.

Literatura

- ASLYNG, H. C.: The lime and phosphate potentials of soils; the solubility and availability of phosphates. Yearbook Royal Vet. Agric. Coll. Copenhagen, 1954, s. 1-50.
- ASLYNG, H. C.: Phosphate potential and phosphate status of soils. Acta agric. scand., 14, 1964, s. 261-285.
- BECKETT, P. H. T. — WHITE, R. E.: Studies on the phosphate potentials of soils. Part III. The pool of labile inorganic phosphate. Plant and soil, 21, 1964, s. 253.
- KUDEJAROVA, A. J.: K voprosu o podvizhnosti fosfatov v počvach. Agrochimija, 1967, č. 5, s. 43-50.
- KUDEJAROVA, A. J.: O fosfatnom potencie počv. Agrochimija, 1968, č. 1, s. 60-67.
- LARSEN, S.: The influence of calcium chloride concentration on the determination of lime and phosphate potentials of soil. J. Soil Sci., 16, 1965, s. 275-278.

- MURPHY, J. — RILEY, J. P.: A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. chem. Acta*, 27, 1962, s. 31-36.
- SCHOFIELD, R. K.: Can a precise meaning be given to „available“ soil phosphorus? *Soil and Fertilizers*, 18, 1955, s. 373.
- ŠINAGINA, M. G.: Opredělení fosfatného potenciálu v počvach. *Agrochimija*, 1969, č. 10, s. 28-38.
- SOKOLOV, A. V.: Opredělení zapasu v počce usvojajemych fosfatov, ich sostava i stepeni podvižnosti. *Počvovedenie*, 1968, č. 8, s. 5-17.
- WATANABE, F. S. — OLSEN, S. R.: Test of an ascorbic acid method for determining phosphates in water and sodiumbicarbonate extracts from soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 29, 1965, s. 677.
- WHITE, R. E. — BECKETT, P. H. T.: Studies on the phosphate potentials of soils. Part. I. The measurement of phosphate potentials. *Plant and Soil*, 20, 1964, s. 1-16.

Došlo dne 7. 7. 1976

PIRKL J., KOTEK J. (Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Praha - Ruzyně). *Změny fosfátového potenciálu v půdě v závislosti na fosforečném hnojení a čase*. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12): 1271-1277, 1976.

V půdních vzorcích z polních pokusů byly sledovány na degradované černozemi, černozemi smonici a hnědé půdě změny fosfátového potenciálu (PP) po hnojení stupňovanými dávkami dvojitého superfosfátu, dikalciumfosfátu dihydrátu a hydroxylapatitu. Současně v modelovém pokuse na stejných půdách byl sledován průběh retrogradace dodaných fosfátů stanovením poklesu hodnot PP v určitých časových intervalech. Dávka 22 kg P ha⁻¹ udržela na degr. černozemi a na hnědé půdě hodnotu PP po celé několikaleté sledované období na výchozí hodnotě. Vyšší dávky fosforu hodnoty PP zvyšovaly. Projevily se rozdíly v hodnotách PP u různých typů fosforečných hnojiv v závislosti na půdním pH. Nejvyšší hodnoty PP byly dosaženy na hnědé půdě, nejnižší, které nedosahovaly ani pro rostliny nutné koncentrace fosforu v půdním roztoku, na černozemi smonici. Retrogradace dodaného fosforu do půdy probíhá poměrně rychle v závislosti na půdním typu a největší pokles hodnot PP nastává během 50 dnů od vnesení hnojiva.

fosfátový potenciál; fosforečná hnojiva; rozpustnost; retrogradace; půdní fosfáty

ПИРКЛ И., КОТЕК Я. (Научно-исследовательские институты растениеводства, Прага - Ружыне). Изменения фосфатного потенциала в почве в зависимости от фосфорного удобрения и от срока внесения. *Rostlinná výroba (Praha)* 22 (12): 1271-1277, 1976.

В ходе полевых опытов, на почвенной пробе, взятой с деградированного чернозема, чернозема смонича и бурой почвы, определяли изменения фосфатного потенциала (PP) в результате удобрения нарастающими дозами двойного суперфосфата, дикальцийфосфата дигидрата и Гидроксилапатита. В то же время в рамках модельного опыта на тех же почвах изучали ход ретроградации внесенных фосфатов путем определения понижения величин PP в данные отрезки времени. Доза 22 кг P га⁻¹ и на degr. черноземе и на бурой почве сохранила величину PP на исходном уровне в течение всего опытного периода, длившегося несколько лет. Высокие дозы фосфора увеличивали величины PP. Различия в величинах PP были проявлены у разных типов фосфорных удобрений в зависимости от pH почвы. Максимальные величины PP отмечены на бурой почве, а минимальные, не доходящие даже до нужных для растений концентраций фосфора в почвенном растворе, — на черноземе смонича. Ретроградация внесенного фосфора протекает сравнительно быстро и зависит от типа почвы; величины PP больше всего понижаются в течение 50 дней после внесения удобрения.

фосфатный потенциал; фосфорные удобрения; растворимость; ретроградация; почвенные фосфаты

Adresa autorů:

RNDr. Jiří Pírk, CSc., RNDr. Jaroslav Kotek, VÚRV, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

POKYNY PRO AUTORY VĚDECKÉHO ČASOPISU ROSTLINNÁ VÝROBA

Časopis Rostlinná výroba uveřejňuje původní vědecké práce, stručná sdělení a přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky a současný stav v dané oblasti.

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být připojen souhlas vedoucího pracoviště s publikací článku a prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde. U každé práce musí být uvedeno číslo a název výzkumného úkolu, z něhož práce vychází.

O uveřejnění prací rozhoduje redakční rada časopisu, a to se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu a kvalitě prací.

RUKOPISY MUSÍ VYHOVOVAT TĚMTO PODMÍNKÁM

1. Úprava rukopisu musí odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádek, mezi řádky dvojité mezery). Texty k obrázkům jsou na zvláštním listě v češtině a angličtině; vlastní popis je český. Tabulky se číslují zvlášť římskými číslicemi a jsou též na zvláštních listech.

Původní práce nemají přesahovat (včetně tabulek a grafů) rozsah 12 strojopisných stran, stručná sdělení rozsah 4 stran.

2. Rukopis původní práce má zpravidla tyto části:

- a) **Název práce** — výstižný a stručný (nemá přesahovat 85 úhozů)
- b) **Jména autorů** se uvádějí bez titulů se zkratkou křestního jména
- c) **Úvodní stať** — krátké odůvodnění provedení práce a stav studované otázky
- d) **Materiál a metoda** — metody se popisují pouze tehdy, jsou-li původní; popis metody by měl umožnit, aby se podle něho mohl použít pracovní postup opakovat
- e) **Výsledky** — uvádějí se pouze skutečné nálezy a zjištění
- f) **Diskuse** — zhodnocení zjištěných výsledků se zřetelem k činitelům je ovlivňujícím
- g) **Literatura** — musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197, tj. citace seřadit abecedně podle jména prvních autorů; příjmení jména (verzálkami); zkratka křestního jména (dvojtečka); plný název práce (tečka); úřední zkratka časopisu, ročník, rok vydání, číslo, první stránka — poslední stránka (před číslo se uvádí zkratka č. a před první stránku s.); u knih je uvedeno místo vydání, vydavatel vydání.
- h) **Souhrn** — má vystihovat jen to nové a podstatné, co práce přináší. Nemá překročit rozsah 10 řádků. Začíná jménem autora (v závorce je uvedeno pracoviště), titulem článku a kompletní citací. K rukopisu se připojí tři exempláře souhrnu navíc, a to na samostatných listech.
- i) **Klíčová slova** — připojí se po vynechání řádku pod souhrn. Klíčovým slovem rozumíme substantivum, které je nutné pro věcné zařazení předložené práce. Klíčová slova se řadí směrem od obecnějších výrazů ke konkrétním. Začínají malým písmenem a oddělují se středníkem. Jejich počet závisí na povaze práce a neměl by klesnout pod tři a převýšit dvanáct slov.
- j) **Adresa autora (autorů)** — uvádí se plné jméno, akademické, vědecké a pedagogické tituly, jakož i podrobná adresa pracoviště s PSČ.

STUDIUM ZMĚN PŮDNÍCH FOSFÁTŮ PO APLIKACI FOSFOREČNANŮ VÁPENATÝCH VE VZTAHU K ROSTLINĚ – PŘIJATELNOST FOSFORU ROSTLINAMI Z RŮZNÝCH FOREM PŮDNÍCH FOSFÁTŮ

F. HAMAN

HAMAN F. (University of Agriculture, Brno). *Changes in Soil Phosphates after Application of Calcium Phosphates in Relation to the Plant – Plant Phosphorus Availability from Various Forms of Soil Phosphates*. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12) : 1279-1287, 1976.

In sown and unsown experimental pots changes in soil phosphates were studied for two years that resulted from phosphorus uptake by alfalfa plants. A prevailing amount of phosphorus taken up by plants comes from inorganic compounds of phosphorus because in earth sown with alfalfa a considerable decrease of the level of all fractions of inorganic P was observed. During the vegetation period, however, the phosphorus content in the Al-fraction decreased in sown earth; the same was true, to a smaller extent, about the Ca-fraction. That is why these fractions of inorganic soil phosphates are the most important source of phosphorus for plants. But it must be mentioned that only certain amount of P sorbed in them can be utilized by plants in the course of the two vegetation periods. The level of Fe-phosphates increased during both vegetation periods, in unsown and sown earth as well; on the other hand, it dropped significantly in winter only. The lower P content in the fraction of Fe-phosphates at the end of the experiment and in sown earth results only from a totally lower balance of unstable forms of soil phosphorus, which is due to its uptake from soil by crops.

soil; inorganic phosphates; organic phosphates; phosphorus; plant

Ze všech forem, ve kterých se vyskytuje v půdě kyselina fosforečná, jsou pro výživu rostlin fosforem nejdůležitější formy snadno rozpustné nebo takové, které se jimi rychle mohou stát. Proto někteří vědečtí pracovníci (Taylor et al., 1960; Taylor et al., 1963; Pirkel et al., 1965) zkoumali účinnost koloidních a krystalických forem AlPO_4 ve výživě rostlin a zjistili, že využitelnost fosforu, zvláště z koloidních sloučenin Al, je poměrně velmi dobrá.

Rovněž Smith (1965) na základě frakcionace minerálních půdních fosfátů metodou Changa a Jacksona (1957) potvrzuje, že frakce hlinitých fosforečnanů je hlavním zdrojem rostlinám přípustného fosforu v kyselých půdách. Zároveň také upozorňuje, že rostlinné kořeny jsou schopny zápolit se železitými půdními sloučeninami o rozpuštěné fosfátové ionty, uvolňované z hlinité frakce. Vcelku je tedy možno říci, že dříve proklamovaná závažnost retrogradace („zvrhávání“) P v minerálních fosfátech (Al a Fe) v kyselých půdách není zcela pravdivá, zvláště pokud jde o fosforečnany hlinité.

V prostředí alkalických půd jsou fosfátové ionty půdního roztoku a hlavně kyselina fosforečná zapravených vodorozpustných hnojiv sráženy především ve formě fosforečnanů vápenatých a hořečnatých. Podle Liboise (1966) fosfor z těchto fosfátů může být později postupně uvolňován do půdního roztoku tou měrou, jak je tento roztok o ionty PO_4 ochuzován. Tato mobilizace fosfátových iontů není však nikdy úplná, ne-

boť určitá frakce vysrážených fosfátů vápenatých přechází ve velmi stabilní formu typu apatitu a je pak prakticky pro asimilaci fosforu rostlinami ztracena. G a c h o n (1968) dokonce zdůrazňuje, že v těchto půdách dochází ke skutečné retrogradaci fosforu, kdy fosforečné ionty „labilního poolu“ jsou podřízeny postupným nezvratitelným chemickým reakcím, které vyúsťují ve vytváření látek stále více vápenatých a stále méně rozpustných (apatitického typu), téměř neasimilovatelných. Mobilizace fosforu z těchto forem je za normálních podmínek a za současného stavu agrochemických znalostí a provozních možností prakticky nemožná.

Bylo také prokázáno, že zásobení rostlin fosforem závisí přímo na koncentraci fosforu v půdním roztoku a nepřímo na půdních faktorech, které ji udržují. Koncentrace fosforu v půdním roztoku je pak funkcí množství labilního P v poměru k fosforečné adsorpční kapacitě půdy. L a r s e n (1967), vycházející z tohoto předpokladu, dospěl k obecnému zjednodušení, že „přesná forma“ ve které fosfor v půdě existuje, má malou důležitost pro příjem fosforu rostlinou a veškerý důraz klade na vlastnosti těchto forem.

Ve snaze přispět k objasnění významu jednotlivých forem půdních fosfátů, jakožto zdrojů P pro rostliny v některých typech našich půd, chceme v této práci zkoumat změny obsahu fosforu v anorganických i organických půdních fosfátech, vyvolané rostlinami vojtěšky seté, během dvou vegetačních období. Tím míním uzavřít studii o změnách půdních fosfátů po aplikaci fosforečnanů vápenatých ve vztahu k rostlině.

MATERIÁL A METODY

Nádobový polyfaktoriální pokus byl založen podle schématu $3 \times 2 \times 2$ faktory. Měl tři varianty hnojení:

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

které byly aplikovány na dvou orníčních zeminách: A — černozem smytá, B — hnědá půda. Každá varianta hnojení měla šest nádob neosetých a devět nádob osetých vojtěškou setou s deseti rostlinami v nádobě.

Pro sledování dynamiky změn půdních fosfátů byly provedeny následující odběry vzorků pokusných zemín z neosetých i osetých nádob.

První rok:

- I. při první seči vojtěšky (71 dnů od aplikace hnojiv)
- II. při čtvrté seči vojtěšky (173 dnů od aplikace hnojiv)

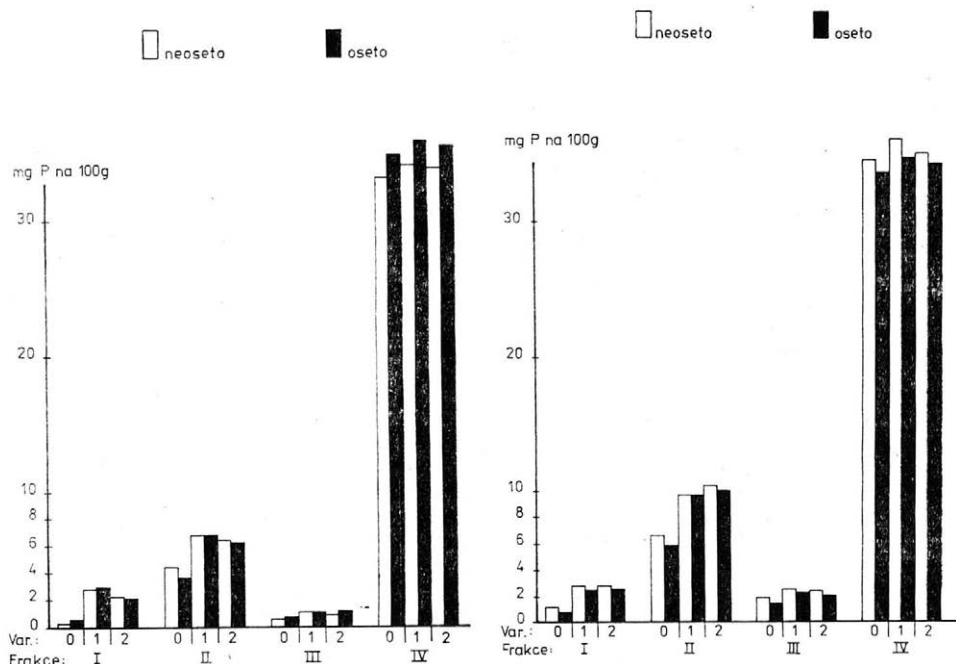
Druhý rok:

- III. zjara, na počátku vegetace
- IV. na podzim, po skončení pokusu

Ve vzorcích pokusných zemín byla prováděna kromě jiných stanovení frakcionace minerálních fosfátů podle Changa a Jacksona (1957) — první čtyři frakce: I. labilní P, II. Al-P, III. Fe-P, IV. Ca-P a stanovení celkového organického P podle Chejfece (1948).

Ostatní metodické údaje pokusu, jakož i agrochemická a půdoznalecká charakteristika pokusných zemín, jsou podrobně popsány v I. sdělení (H a m a n, 1970).

Analýzy vzorků pokusných zemin metodou frakcionace minerálních půdních fosfátů ukázaly v jednotlivých odběrech změny v obsahu P ve frakcích, které byly způsobeny jednak variantami hnojení, jednak testovací rostlinou – vojtěškou setou. Výsledky analýz jsou znázorněny ve sloupkových grafech na obr. 1 až 4 u zeminy A – černozem a na obr. 5 až 8 u zeminy B – hnědá půda.



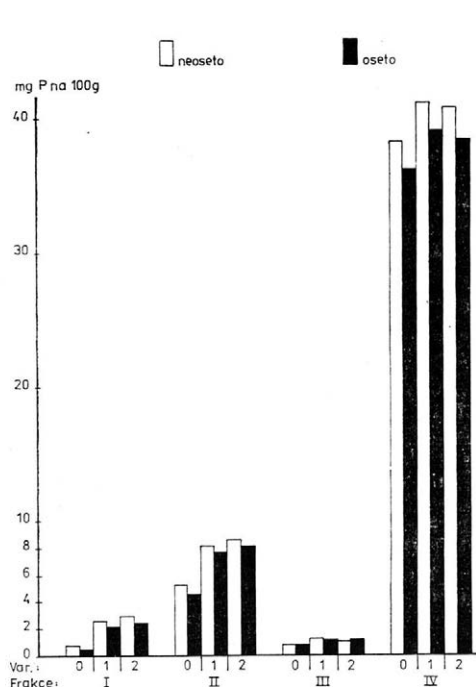
1. Stav frakcí minerálního fosforu v černozemi smyté – I. odběr. – Levels of fractions of inorganic phosphorus in degraded chernozem – 1st sampling

2. Stav frakcí minerálního fosforu v černozemi smyté – II. odběr. – Levels of fractions of inorganic phosphorus in degraded chernozem – 2nd sampling

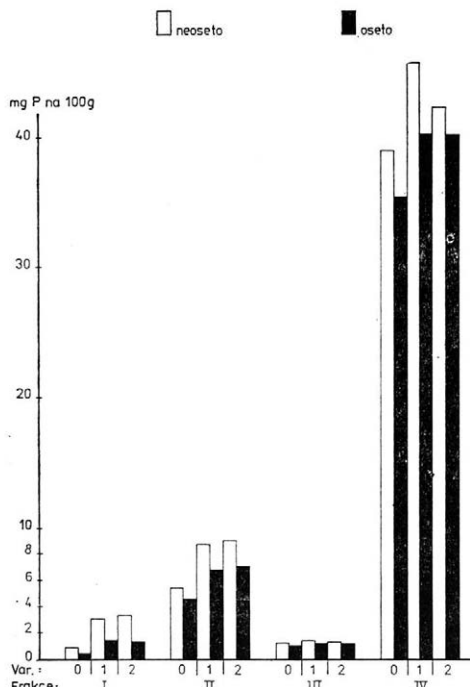
ČERNOZEM SMYTÁ (A)

Působením vegetačního krytu nedošlo v období od založení pokusu do I. odběru v černozemní půdě k podstatným změnám v obsahu prvních tří frakcí minerálního fosforu (obr. 1). Určitý pokles nastal pouze u hlinitých fosfátů na nehojené variantě (0), což by napovídalo o významu této frakce pro mobilizaci asimilovatelného P. Zajímavé však je, že působením kořenové soustavy vojtěšky došlo v této orniční zemině ke zvýšení vápenatých fosfátů, a to na všech pokusných variantách. Příčinou bylo patrně zvýšení pH půdy (H a m a n, 1974), které bylo asi podmíněno intenzivním rozvojem mikrobiální činnosti v tomto jarním období, zvláště v zemině oživené kořenovou soustavou rostlin a zvýšením aktivity Ca^{2+} iontů.

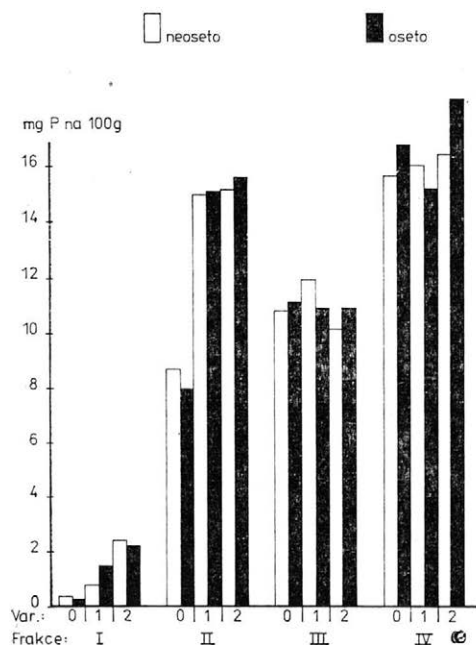
Srovnáme-li jednotlivé frakce minerálního fosforu na neosetě a oseté zemině na konci prvního vegetačního období (obr. 2), je patrný určitý



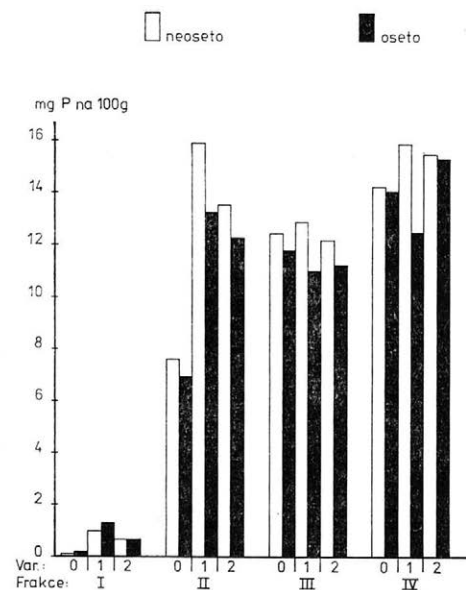
3. Stav frakcí minerálního fosforu v černozemi smyté — III. odběr. — Levels of fractions of inorganic phosphorus in degraded chernozem — 3rd sampling



4. Stav frakcí minerálního fosforu v černozemi smyté — IV. odběr. — Levels of fractions of inorganic phosphorus in degraded chernozem — 4th sampling



5. Stav frakcí minerálního fosforu v hnědé půdě — I. odběr. — Levels of fractions of inorganic phosphorus in brown forest soil — 1st sampling



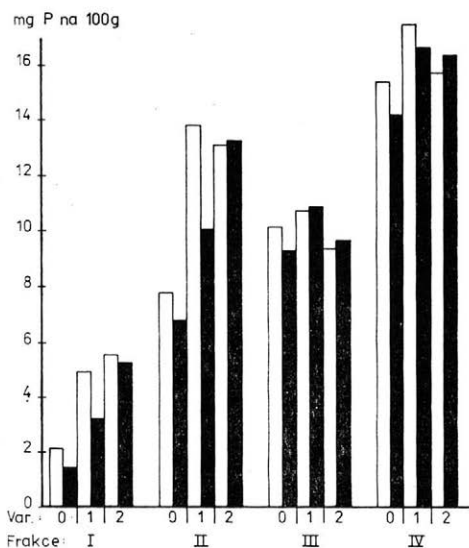
6. Stav frakcí minerálního fosforu v hnědé půdě — II. odběr. — Levels of fractions of inorganic phosphorus in brown forest soil — 2nd sampling

□ neoseto

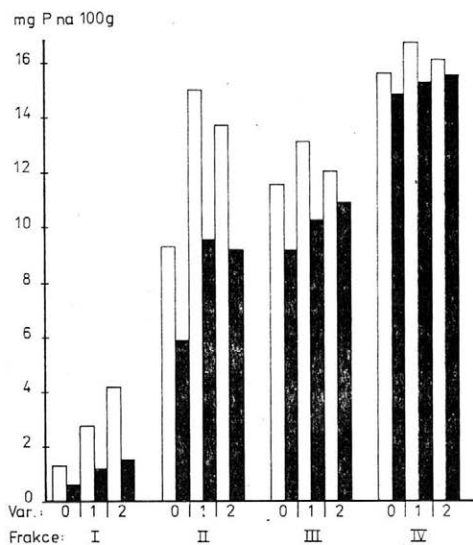
■ oseto

□ neoseto

■ oseto



7. Stav frakcí minerálního fosforu v hnědé půdě — III. odběr. — Levels of fractions of inorganic phosphorus in brown forest soil — 3rd sampling



8. Stav frakcí minerálního fosforu v hnědé půdě — IV. odběr. — Levels of fractions of inorganic phosphorus in brown forest soil — 4th sampling

pokles minerálních fosfátů v zemině oseté téměř na všech variantách hnojení. Rostliny vojtěšky odčerpáváním P během vegetace ovlivnily tedy všechny frakce minerálního fosforu v půdě. Znamenalo by to, že všechny frakce minerálního P se podílejí určitou měrou na tvorbě výživného zdroje tzv. „alimentálního poolu“, o kterém píše Libois (1966), Larsen (1967) a Barbier (l. c. — Gachon, 1968). Otázkou však je, zda některé frakce nejsou ovlivněny rostlinami přímo a některé jen nepřímo, tj. zda jejich tvorba v půdě není omezena pouze v důsledku snížení koncentrace fosfátových iontů v roztoku, vyvolané příjmem P rostlinami.

Jak je patrné z grafu na obr. 3 nastal v zimním období v zemině oseté i neoseté určitý přísun P z prvních tří frakcí do frakce fosfátů vápenatých. V absolutních hodnotách byl však obsah minerálních fosfátů v osetých nádobách nižší než v zemině neoseté, až na fosfáty železité, kde se obsahy P na všech variantách hnojení prakticky vyrovnávají. Jistá deprese ve stavu minerálních fosfátů půdy, způsobená odčerpáváním fosforu rostlinami v předcházejícím vegetačním období, přetrvává tedy i do následujícího vegetačního období, což nelze tvrdit o organických fosfátech, které se za zimní období v oseté zemině dokonale restaurují, ba dokonce výrazně zvyšují (tab. I).

Po skončení pokusu (obr. 4) byly hladiny P I., II. a IV. frakce v oseté zemině na všech variantách značně nižší než v zemině neoseté. Není tomu

I. Obsah celkového organického P v pokusných zeminách (mg P na 100 g zeminy).
 — Content of total P in experimental earths (mg P per 100 g earth)

Varianty		Černozem smytá				Hnědá půda			
setí	hnojení	odběry				odběry			
		I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
s ₀	0	21,46	19,71	20,00	14,80	12,39	16,20	15,60	7,50
	1	21,34	19,27	20,60	15,00	8,71	15,71	12,05	7,20
	2	22,14	20,40	24,40	18,65	9,25	17,89	14,60	8,10
s ₁	0	22,28	18,86	23,90	13,50	13,64	14,50	17,15	8,45
	1	21,82	17,43	28,65	12,80	9,27	13,90	14,70	6,30
	2	20,98	19,18	29,50	15,70	11,73	14,71	16,10	8,30

s₀ — neoseto, s₁ — oseto

tak ale u fosfátů železitých (III.), kde prakticky k žádnému snížení hladiny P nedošlo. Samozřejmě též vzhledem k jejich celkově nízkému obsahu, neboť v této alkalické vápenaté půdě nejsou vhodné podmínky k jejich podstatné tvorbě. Z toho vyplývá, že asimilovatelnou zásobu fosforu pro rostliny v slabě alkalické orníční zemině černozemě smyté tvoří, kromě lehce rozpustných fosfátů I. frakce, především aktivní část fosforu hlinité a vápenaté frakce. Nutno však dodat, že i půdní organické fosfáty v celkové bilanci za dva roky trvání pokusu snížily působením rostlin svoji hladinu (tab. I). Určitá část mineralizovaného organického P může být tedy rostlinami jednak přímo využita, ale může být též zčásti znovu chemickou sorpcí poutána v minerálních fosfátech.

HNĚDÁ PŮDA (B)

Ovlivnění frakcí minerálního fosforu rostlinami není ještě v prvním odběru (obr. 5) na všech variantách hnojení jednoznačné. Význam jednotlivých minerálních fosfátů jako zdrojů fosforu pro rostliny dá se posoudit v tomto prvním období vegetace snad jen podle jejich stavu na variantě O. Na této variantě se v oseté zemině snížila hladina ve srovnání se zeminou neosetou pouze u prvních dvou frakcí. Významný je především pokles Al-frakce (stejně jako tomu bylo v prvním odběru na zemině A — obr. 1). U Fe-fosfátů a Ca-fosfátů je naopak v oseté nehnojené zemině zaznamenáno určité zvýšení, patrně v důsledku sorpce mineralizovaného organického P (tab. I). Tato skutečnost nasvědčuje tomu, že hlinité fosfáty jsou jedním z nejdůležitějších zdrojů fosforu pro rostliny, zvláště v půdách s kyselou až neutrální reakcí a čerstvě fosforem nehnojených. Na variantě 2 — oseto jsou u fosfátů Fe, Al a především Ca zaznamenány vyšší přírůstky než v zemině neoseté, což nasvědčuje tomu, že rostliny napomáhaly reakcím DCP s půdou patrně zvyšováním jeho rozpustnosti. Je zajímavé, že v oseté zemině nereagovaly železité fosfáty vůbec na přihnojení fosforem. Může to být způsobeno tím, že rostliny úspěšně soutěží s Fe³⁺ ionty o fosfor dodaný do půdy nebo uvolněný z jiných vazeb, na což

upozorňuje Smith (1965). Stav Fe-fosfátů na variantě 1 v oseté a neoseté zemině (obr. 5) by tuto domněnku plně potvrzoval.

Při sovňání obsahu P v jednotlivých frakcích na zemině oseté i neoseté (obr. 6) na konci prvního vegetačního období (II. odběr) je již zřetelný vliv pěstovaných rostlin na hladinu minerálních fosfátů. Na všech pokusných variantách v zemině oseté je u II., III. a IV. frakce zaznamenán pokles proti zemině neoseté. Jsou-li vzaty tyto údaje samy o sobě, bylo by možno z toho vyvodit, že rostliny mají schopnost přijímat fosfor ze všech minerálních fosfátů — Al, Ca i Fe nebo, lépe, že všechny mají rovnocenný význam pro mobilizaci přijatelného P. Porovnáme-li však úroveň hladiny fosforu v jednotlivých frakcích v zemině oseté v prvním a druhém odběru, jasně se nám ukáže snižování Al-fosfátů a Ca-fosfátů během této fáze vegetačního období, avšak hladina Fe-fosfátů se naopak v tomto období zvyšovala, i když v menší míře než v zemině neoseté. To, že Fe-fosfáty vykazují v oseté zemině v II. odběru nižší hladinu než v zemině neoseté, nemusí být ještě způsobeno přímým odběrem fosforu rostlinami z této frakce nebo jeho uvolňováním do půdního roztoku, ale pouze slabší chemickou sorpcí P na Fe v důsledku odčerpávání fosforu rostlinami, případně i mikroby z pohyblivé labilní části půdního fosforu. Tím je opět potvrzena Smithova (1965) teorie, že rostliny přijímají především aktivní část fosforu z hlinité frakce, která za nepřítomnosti rostlinných kořenů by byla srážena jako železité fosforečnany. Dovolím si však dodat, že je to nejen určitá část Al-fosfátů (pomineme-li mineralizovaný fosfor organický), která je zdrojem pohyblivého, rostlinám přístupného fosforu, ale je to i část frakce vápenaté, zvláště na neutrálních a alkalických půdách, jak bylo vidět již z výsledků pokusu na zemině A, ale potvrzuje se to i v zemině B.

Porovnáme-li stav minerálních fosfátů v zemině oseté i neoseté, jaký se vyvinul přes zimní období (obr. 7), můžeme konstatovat, že na variantě 2 došlo u všech frakcí k vyrovnání jejich hladiny nebo dokonce převýšení v zemině oseté. Jelikož směr chemických procesů, které probíhaly přes zimní období, byl v zemině oseté v podstatě stejný jako v zemině neoseté a nanejvýš jejich intenzita na jednotlivých variantách byla různá, je třeba obnovení hladiny minerálních fosfátů na variantě 2 připsat nižšímu čerpání fosforu rostlinami z DCP než MCP (Hamann, 1970) během prvního vegetačního období, takže na variantě 2 zůstala větší zásoba přidaného fosforu. Na základě výsledků frakcionace minerálních půdních fosfátů v zemině A i B během dvou vegetačních období můžeme také konstatovat, že i když MCP reaguje s půdou mnohem rychleji než DCP v důsledku svých vlastností (hygroskopičnost, rozpustnost, kyselá reakce — pH 2), přesto kyselina fosforečná dodaná jím do půdy je dobře přijatelná (Hamann, 1970). Z hlediska výživy rostlin fosforem jsou tedy skutečně důležitější první reakční produkty fosforečných hnojiv s půdou, na což upozornili již dříve mnozí autoři jako Lindsay a Taylor (1960), Taylor et al. (1960) než hnojiva samotná.

Na variantě nehnojené fosforem zůstala hladina všech minerálních fosfátů v zemině oseté na nižší úrovni než v zemině neoseté, protože odčerpávání fosforu čtyřmi sklizněmi v předcházejícím vegetačním období bylo značné, a tudíž celková bilance P v půdě se musela snížit. Kromě toho se zde také v zimním období zvýšil obsah fosforu imobilizovaného v organických sloučeninách (tab. I). Graf na obr. 8 jasně demonstuje

že převážná část fosforu přijímaného rostlinami se mobilizuje z minerálních vazeb P, neboť v zemině oseté vojtěškou došlo po dvou jejích vegetačních obdobích k podstatnému snížení hladiny všech frakcí anorganického fosforu. Absolutně největší pokles na všech pokusných variantách v zemině oseté zaznamenala frakce hlinitých fosfátů, a to jak proti stavu v zemině neoseté, tak i ve srovnání s hladinou, kterou vykazovaly na počátku druhého vegetačního období, tj. ve III. odběru. Z tohoto důvodu pokládám Al-fosfáty za nejvýznamnější zdroj přijatelného fosforu pro rostliny v ornici hnědé půdy, případně i v jiných podobných půdách. Rovněž vápenaté fosfáty i v této slabě kyselé půdě nejsou bez významu pro příjem fosforu rostlinami. Jejich úloha v zásobování rostlin fosforem zdá se však být významnější na variantách s čerstvě dodaným fosforem (1, 2) neboť pouze na nich Ca-fракce během druhého vegetačního období klesala, poněvadž šlo o čerstvě vytvořené produkty. Časem jejich mobilita v kyselejších půdách v důsledku stárnutí, tj. retrogradace (změna v krystalické struktuře apatitické formy) klesá, a tím ztrácí i význam pro zásobu asimilovatelného fosforu, pokud se půdní reakční podmínky podstatně nezmění. Na půdách neutrálních až alkalických, kde je celková zásoba minerálního fosforu soustředěna v převážné míře do této frakce (viz zemina A), hrají úlohu ve výživě rostlin samozřejmě daleko podstatnější.

Domnívám se, že to bude právě toto pohyblivé množství hlinitých a vápenatých fosfátů, kromě právě mineralizované kyseliny fosforečné z organických vazeb, které tvoří podstatnou část tzv. „labilního poolu“ autodifuzibilních fosforečných iontů (Barbier l. c. — Gachon, 1968). Jinak také označované „izotopicky výměnné ionty“ (Libois, 1966; Larsen, 1967), které představují aktivní část půdního fosforu, nazývanou také „asimilovatelná zásoba“ pro rostliny.

Pokud jde o fosfáty železité, příčinu snížení jejich hladiny v zemině oseté jsem vysvětlil a zároveň podepřel názorem Smitha (1965) již dříve při zhodnocení jejich stavu po prvním vegetačním období (II. odběr). Průběh změn jejich hladiny v druhém vegetačním období (III. až IV. odběr — obr. 7 a 8) tento názor jenom potvrzuje. Hladina fosfátů železa byla sice na konci pokusu v oseté zemině na nižší úrovni než v zemině neoseté, může to však být z toho důvodu, že rostliny příjmem fosforu omezují sorpci této živiny v železité frakci. Tento předpoklad potvrzuje i skutečnost, že hladina Fe-fosfátů během obou vegetačních období vzrůstala, a to jak v neoseté zemině, tak i v zemině pod rostlinným krytem a naopak výrazně poklesla pouze v zimním období (v zemině A i B). Svědčí to o intenzivní chemické sorpci fosforu železitými oxidy a hydroxidy v době vegetace, a tedy o skutečné konkurenci mezi rostlinnými kořeny a aktivním Fe o labilní fosfor. Snížení hladiny Fe-fosfátů po prvním i druhém vegetačním období je pak rezultátem celkově nižší bilance půdního fosforu (především anorganického) v oseté zemině, v důsledku jeho odčerpání sklizněmi.

Organické fosfáty (tab. I) prodělávají sice během roku výrazné změny; ty jsou však převážně vyvolány jinými vlivy než přímým příjmem jejich fosforu rostlinami, neboť tyto změny jsou v podstatě shodné v zemině oseté i neoseté. Navíc se případné poklesy jejich hladiny vždy v určitém období vyrovnávají, podle podmínek vhodných pro aktivitu mikrobiálních populací v půdě.

Literatura

- GACHON, L.: Le Phosphore. Bulletin Technique d'Information — La Fertilisation, 231, 1968, s. 579-586.
- HAMAN, F.: 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, 1970, č. 5, s. 535-550.
- HAMAN, F.: Studium změn půdních fosfátů po aplikaci fosforečnanů vápenatých ve vztahu k rostlině. II. Dynamika změn půdních fosfátů v orniční zemině černozemě smyté. Rostlinná výroba, 20, 1974, č. 6, s. 587-598.
- CHANG, S. C. — JACKSON, M. L.: Fractionation of soil phosphorus. Soil. Sci., 84, 1957, s. 133-144.
- CHEJFEC, D. M.: Metodika opredelenija i soderžanije mineralnych i organičeskich sojedinenij fosfora v nekotorych počvach SSSR. Počvovedenije, 2, 1948, s. 110-112.
- LARSEN, S.: Soil Phosphorus, Advances in Agronomy, 19, 1967, s. 151-210.
- LIBOIS, A.: Le Phosphore. Revue agricole de France, 52, 1966, s. 55-56.
- LINDSAY, W. L. — TAYLOR, A. W.: Phosphate reaction products in soil and their availability to plants. Trans. 7th Intern. Congr. Soil Sci., 3, 1966, s. 580-589.
- PIRKL, J. — NOVOZÁMSKÝ, I. — JEDLIČKA, J.: Aluminiumfosfát jako zdroj fosforu pro rostliny. Rostlinná výroba, 9, 1965, s. 937-944.
- SMITH, A. N.: The Supply of Soluble Phosphorus to the Wheat Plant from Inorganic Soil Phosphorus. Plant and Soil, 22, 1965, s. 314-316.
- TAYLOR, A. W. — GURNEY, E. L. — LINDSAY, W. L.: An evaluation of some iron and aluminium phosphates as sources of phosphorus for plants. Soil Sci., 90, 1960, s. 25-31.
- TAYLOR, A. W. — GURNEY, E. L. — LEHR, J. R.: Decay of phosphate fertilizer reaction products in an acid soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 27, 1963, s. 145-148.

Došlo dne 1. 4. 1976

HAMAN F. (Vysoká škola zemědělská, Brno). *Studium změn půdních fosfátů po aplikaci fosforečnanů vápenatých ve vztahu k rostlině — přijatelnost fosforu rostlinami z různých forem půdních fosfátů*. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12) : 1279-1287, 1976.

V osetých a neosetých nádobách vegetačního pokusu byly po dva roky sledovány změny půdních fosfátů, způsobené odčerpáváním fosforu rostlinami vojtěšky seté. Převážná část P, přijímaného rostlinami, se mobilizuje z minerálních sloučenin fosforu, neboť v zemině oseté vojtěškou došlo k podstatnému snížení hladiny všech frakcí anorganického P. Během vegetačního období se však zpravidla v zemině oseté snížil obsah fosforu v Al-frakci a v menší míře i v Ca-frakci. Proto tyto frakce minerálních půdních fosfátů jsou nejvýznamnějším zdrojem fosforu pro rostliny. Nutno však dodat, že jen určitá část P sorbovaného v nich může být rostlinami v průběhu dvou vegetačních období využita. Hladina Fe-fosfátů během obou vegetačních období vzrůstala, a to jak v zemině neoseté, tak i oseté a naopak významně poklesla pouze v zimním období. Nižší obsah P ve frakci fosfátů železitých na konci pokusu v zemině oseté je pak pouze výsledkem celkové nižší bilance labilních forem půdního fosforu v důsledku jeho odčerpávání z půdy sklizněmi.

půda; minerální fosfáty; organické fosfáty; fosfor; rostlina

ГАМАН Ф. (Сельскохозяйственный институт, Брно). Изучение изменений почвенных фосфатов после внесения кальциевых фосфатов по отношению к растению — усвоение фосфора растениями из разных форм почвенных фосфатов. Rostlinná výroba (Praha) 22 (2) : 1279-1287, 1976.

В засеянных и незасеянных сосудах вегетационного опыта в течение 2 лет изучали изменения почвенных фосфатов, вызванные усвоением P растениями люцерны посевной. Преобладающая часть этого P мобилизуется из минеральных соединений P, так как в засеянном люцерной грунте существенно сократились уровни всех фракций неорганического P. Однако в ходе вегетационного периода, как правило, в засеянном грунте сокращалось содержание P в Al-фракции, а в меньшей мере — и в Ca-фракции. Вот почему эти фракции минеральных

почвенных фосфатов — важнейший источник Р для растений. Надо, однако, добавить, что лишь некоторая часть абсорбированного в них Р может использоваться растениями в ходе 2 вегетационных периодов. Уровень Fe-фосфатов возрастал в оба периода вегетации как в незасеянном, так и в засеянном грунтах и резко понижался в зимний период. Низкое содержание Р во фракции железных фосфатов в конце опыта в засеянном грунте — лишь результат общего низкого баланса лабильных форм почвенного Р ввиду его усвоения из почвы урожаями.

почва; минеральные фосфаты; органические фосфаты; фосфор; растение

Adresa autora:

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

HUDCOVÁ O., HOMOLA V. (Institute of Soil Science, Institute of Plant Nutrition, Research Institutes for Crop Production, Praha - Ruzyně). *Dynamics of Soil Potassium*. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12) : 1289-1298, 1976.

Pot experiments were conducted to study relations between individual forms of soil potassium bonds after fertilizer application and during the vegetation period: various rates, forms, combinations and ways of incorporation of fertilizers were used: Releasable potassium was proved to be an important criterion of the potassium content available to plants, and the most dynamic form of soil potassium. On the other hand, exchange and watersoluble potassium are relatively constant and their levels increase after application of higher rates of fertilizers. The manifestations were more pregnant in the way mentioned, and at the same time in increased potassium content in plants if potassium had been supplied in the chloride form than if it had been applied in the sulphate form. The capacity of soil to fixate potassium clearly decreases with the highest levels of potassic fertilizing; on the contrary it increases during vegetation as a result of taking up releasable potassium, which can be partly considered fixed potassium. Use of the sulphate form was slightly more efficient than that of the chloride form with potassic fertilizers applied. It can be preliminarily stated that store dressing is more reliable as to yields than yearly fertilizer application.

pot experiments; soil dynamics of potassium; exchange, watersoluble, releasable potassium; potassium fixation

V souvislosti s intenzifikací rostlinné výroby se v současné době dostává do popředí otázka efektivního využívání hnojiv tak, aby se stou-pajícími dávkami průmyslových hnojiv bylo zajištěno jejich maximální využití. Z trojice základních biogenních prvků má celkem zvláštní po-stavení draslík, u kterého v řadě půd je celková zásoba dostatečná, avšak jeho příjem rostlinou vyplývá z určitých podmínek daných specifitou prostředí a lze jej metodicky jen velmi těžce vystihnout.

Pro bližší poznání chování draslíku v půdě je nutno prozkoumat vyskytující se formy vazeb draslíku a jejich vzájemné vztahy. Podrobnější rozdělení forem vazby draslíku v půdě na základě chemických a fyzikálně chemických vlastností provedl Bujdoš (1972). Nutno uvést, že přesná analytická diferenciací jednotlivých forem u autorů je často rozdílná (Heinrich, Despu, 1970; Beljajev, 1971). Mezi těmito různě vázanými formami v půdě se ustavuje rovnovážný stav, který je třeba chápat dynamicky, poněvadž je průběžně porušován — každá kvantitativní změna kterékoliv formy ovlivňuje i formy ostatní (Bolt et al., 1963; Mortland, 1961).

Black (1968) draslík nacházející se v půdě zhruba rozděluje podle druhu vazby na vodorozpustný, výměnný a nevýmenný.

Obsah vodorozpustného draslíku je v půdě velmi nízký; Scheffer, Schachtschabel (1960) uvádí asi 1 % z výměnného draslíku. Draslík vodorozpustný se nachází v rovnováze s výměnným. Re-

lativně nízké množství vodorozpustného draslíku bývá příčinou, že se v některých případech stanoví spolu s výměnným a ne odděleně. Poněvadž forma výměnného K nepředstavuje v půdě exaktně definovanou formu vázaného K, jsou i stanovení pevnosti vazby výměnného draslíku velmi obtížné. Bolt et al. (1963) zjistili, že výměnný K je rozdělen na dvou různých druzích sorpčních míst, a to na povrchu a na rozích nebo v mezivrstevních prostorech minerálů.

Sezónní změny obsahu těchto pohyblivých forem draslíku se projevují podle Rejnfelda, Bejnarea (1974) až při středních a vysokých dávkách K ($60-240 \text{ kg K ha}^{-1}$).

Belajev (1971) se domnívá, že obsah výměnného draslíku ilustruje nejlépe stupeň vyhnojení půdy na písčitých půdách.

Rezk, Amer (1969) matematickým výrazem upřesňují hodnotu obsahu draslíku výměnného jako kritéria pro hodnocení zásoby a přijatelnosti draslíku v půdě.

Nevýměnné formy draslíku (fixovaný, mřížkový) jsou rozváděny v pracech předchzích (Hudcová, Sirový, 1972, 1973).

Dynamika draslíku je dána jeho uvolňováním při zvětrávání minerálů obsahujících draslík, vyluhováním, odčerpáváním rostlinami, výměnnými reakcemi, poutáním fixací (Wentworth, Ross, 1972). Ve vegetačních pokusech se změny forem draslíku projevují i těsnou závislostí na variantách hnojení. Gábriš (1972) sledoval formy a přeměny K na hnědozemi a poukazuje na vzestup lehké přístupných forem po aplikaci hnojiv, podobně jako uvádí též Zábavská (1972). Co se týká příjmu draslíku rostlinou, množství odčerpané rostlinou v jejich pokusech více korelovalo se snižováním obsahu nevýměnného než se snižováním obsahu výměnného K.

Z mnohaletých výsledků hnojených a nehnojených pokusných pozemků vyplývá, že ve vyčerpaných půdách se váže větší množství a uvolňuje nižší množství draslíku než v půdách dobře zásobených (Nafady, 1972). Nielsen (1972) například uvádí nejsilnější fixaci a nejnižší uvolňování K v půdě, kde po dobu více než 70 let nebyla dodána draselná hnojiva. Ve vztahu k rostlině se fixace draslíku snižovala takovými dávkami hnojiva, které značně překračují požadavky rostlin (Pfulb, Wiehens, 1972).

Vědecké poznatky získané systematickým studiem velmi komplikované dynamiky a mnohostranných způsobů vazby s ohledem na dynamický charakter zkoumaných jevů v systému půda – půdní roztok – rostlina jsou rozhodujícím předpokladem pro uplatnění půdoznaleckého výzkumu při navrhování parametrů vědecky zdůvodněného použití draselných hnojiv, které by zaručovaly zajištění výživy plodin draslíkem i při vysoké intenzitě zemědělské výroby.

V současné době je dostatečně známo využití draslíku z výměnných vazeb, avšak málo je doposud objasněno o pevnosti ostatních forem vazby, které jednak představují značnou rezervu draslíku v půdě a jednak mohou zvyšovat fixaci draslíku dodávaného v draselných hnojivech. Domníváme se, že znalostí těchto poměrů v půdě se vytvoří podmínky pro efektivnější používání draselných hnojiv.

Podobně i dosavadní poznatky o účinnosti různých druhů draselných hnojiv a dávek byly získány převážně pouze při nižší intenzitě hnojení.

Z uvedených důvodů jsme zaměřili hlavní pozornost na sledování dynamiky draslíku v půdě, vlivu chloridové a síranové formy, techniky zapravení a účinnosti stupňovaných a zásobních dávek draselných hnojiv na výnosy plodin.

Cílem práce bylo zjistit jednak kolísání obsahu přístupného draslíku v půdě a jeho vztah k výnosům plodin a aplikovaným dávkám, jednak vliv dlouhodobého působení vyšších dávek draselných hnojiv v chloridové a síranové formě na formy vazeb draslíku v půdě a výnosy plodin.

MATERIÁL A METODY

Hlavní metodou řešení problematiky vztahů jednotlivých forem vazby draslíku v půdě byly laboratorní a nádobové vegetační pokusy, kde byla modelována různá množství K, formy a kombinace hnojiv při různé technice zapravení (na povrch, promísení se zemínou) a současném hodnocení výnosových výsledků.

U nádobových pokusů při dvou hladinách dusíkatého (1,2—2,4 g N) a fosforečného hnojení (0,3—0,6 g P) byla chloridová a síranová forma draslíku stupňována od 0,75 g K do 9,00 g K na nádobu (5,5 kg zeminy).

Schéma pokusů je uvedeno v tab. I.

I. Schéma nádobových pokusů. — Scheme of pot experiments

CaCO ₃ %	Cox %	T mval/ 100 g	S mval/ 100 g	V %	pH/KCl	pH/H ₂ O	Přístupné živiny mg/100 g	
							P	K
—	1,11	16,5	16,0	96,9	7,3	7,9	39,0	21,7

Zapravení hnojiv: v nádobách označených 1—20 (ve 4 opakováních) se všechna hnojiva promíchala se 4,5 kg zeminy, uložené na 1,0 kg zeminy bez hnojiv, v nádobách 22—24 se takto aplikovala pouze NP hnojiva, K hnojivo bylo aplikováno na povrch zeminy. Dusík byl dodáván ve formě roztoku NH₄NO₃, fosfor ve formě roztoku Ca(H₂PO₄)₂.

Odběr půdních vzorků u nádob bez vegetace byl prováděn měsíčně, u nádob s vegetací za 14 dní po založení pokusu, v období květu a po sklizni plodin (jar. ječmen, oz. oves, kukuřice).

Zálivka byla prováděna destilovanou a dešťovou vodou přibližně na 60 % MKVK.

Pro studium dynamiky draslíku byla použita zemina prosátá na sítu s oky 7 mm, a to hnědozemí na spraši (lokalita Ruzyně), jejíž základní charakteristika je uvedena v tab. II.

Mineralogické složení jílové frakce hnědozemí Ruzyně je charakterizováno přítomností illitu, smíšených struktur IM a příměsí kaolinitu.

Při stanovení výměnné a schopnosti fixovat draselné ionty (K_F) bylo postupováno podle Reichenbacha a Schroedera (1960). Uvolnitelný draslík (K_U) byl zjišťován podle Schachtschabela (1961). Vodorozpustný draslík (K_{H₂O}) byl stanovován při navázce 10 g v 50 ml výluhu destilované vody. Dále byl stanovován draslík výměnný (K_v). Stanovení jednotlivých forem vazby draslíku bylo prováděno ve vlhkém stavu a výsledky analýz byly přepočítány na sušinu zeminy.

II. Základní analytická charakteristika zeminy použité v nádobových pokusech. —
Basic analytical characteristics of earth used in pot experiments

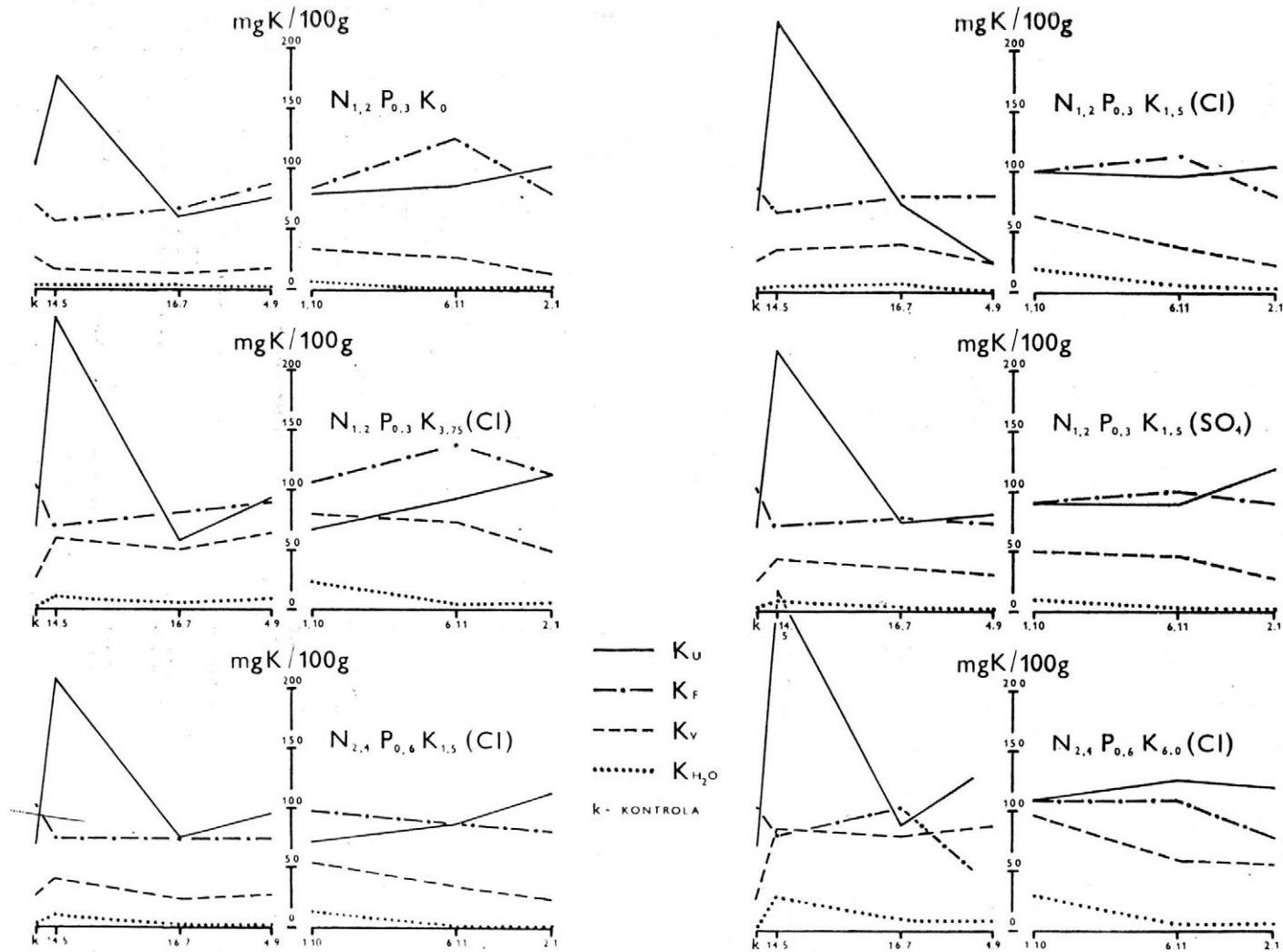
Varianty nádobových pokusů		Dávka živin v g na nádobu			Forma draselného hnojiva	Technika zapravení drasel. hnojiva
		N	P	K		
1	s vegetací	1,2	0,3	0	KCl	promísení se zeminou
2				0,75		
3				1,50		
4				2,25		
5				3,00		
6				3,75		
7		2,4	0,6	0,75	K ₂ SO ₄	
8				1,50		
9				3,00		
10				0		
11				1,50	KCl	
12				3,00		
13				4,50		
14				6,00		
15				7,50		
16				9,00		
17				1,50	K ₂ SO ₄	
18				3,00		
19				6,00		
20				9,00		
21	bez porostu	2,4	0,6	6,00	KCl	aplikace na povrch
22				6,00	K ₂ SO ₄	
23				6,00	KCl	
24				6,00	K ₂ SO ₄	

VÝSLEDKY A DISKUSE

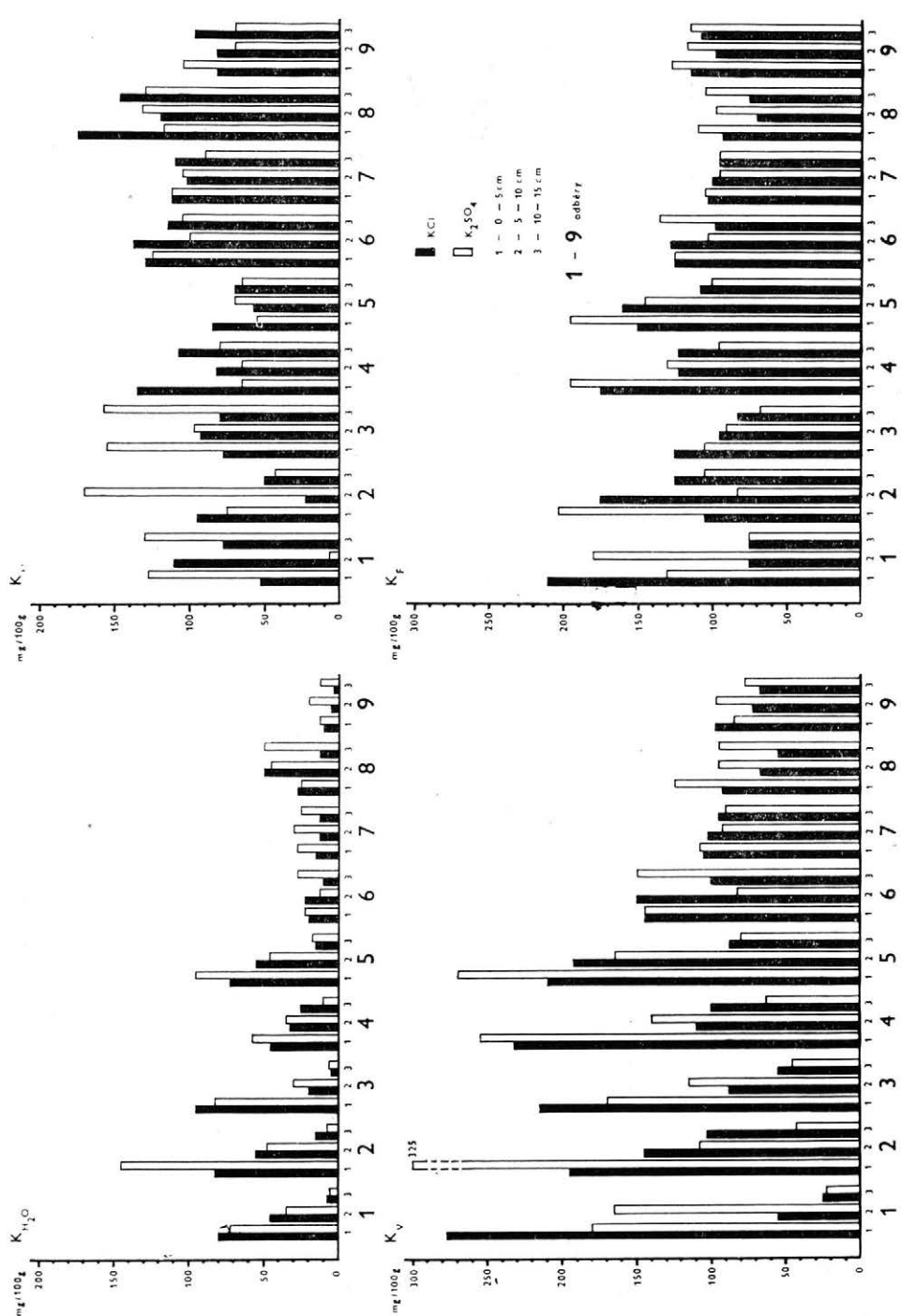
Ukazuje se (obr. 1), že za nejdynamičtější formu draslíku a za důležité kritérium pro obsah draslíku využívaného rostlinami lze považovat draslík uvolnitelný. Draslík uvolnitelný nejvýrazněji ze všech forem vazby draslíku reaguje i na nízký přídavek draselných hnojiv (v chloridové formě) zvýšením hodnot, a to při nižší i vyšší hladině dusíkato-fosforečného hnojení, zatímco u síranové formy pak pouze při vyšší hladině uvedeného hnojení.

Trojnásobné zvýšení obsahu draslíku uvolnitelného po aplikaci (6,0 g K na nádobu) u nádob bez rostlin v porovnání s vegetačními nádobami pravděpodobně dokumentuje obrovské čerpání této formy již od raných fází vývoje plodin, a to bez ohledu na formu draselných hnojiv.

Co se týká časových závislostí, resp. průběhu hodnot uvolnitelného draslíku během vegetace, jeho hodnoty od 1. odběru (14 dnů po zasetí) s vývojem plodin prudce klesají, pak dochází k postupnému zvyšování jeho hodnot, které je zvýrazňováno při vyšších dávkách přidaných drasel-



1. Dynamika jednotlivých forem vazeb draslíku v půdě u variant pokusů s vegetací. — Dynamics of individual forms of soil potassium bonds in experimental variants with plant cover



2. Dynamika jednotlivých forem vazeb draslíku v půdním profilu u variant pokusů bez vegetace (aplikace draselných hnojiv na povrch). — Dynamics of individual forms of potassium bonds in soil profile in experimental variants without plant cover (top application of potassic fertilizers)

ných hnojiv. U následné plodiny nastává opět s jejím vývojem vzrůst hodnot uvolnitelného draslíku, zřejmě již na úkor zejména draslíku výměnného a vodorozpustného. Pravděpodobně nastává posun rovnováhy ve směru přechodu z výměnných, případně i pevněji vázaných forem.

Varianty pokusu bez plodin ukazují tendenci snižování hodnot uvolnitelného draslíku. Lze se domnívat, že v tomto případě svou roli hraje i vlhkost zemin, kde lze předpokládat, že při vyšší vlhkosti (není odběr H_2O transpirací rostlin) přechází draslík uvolnitelný do labilnějšího stavu a jeho hodnoty se snižují.

Prakticky v rámci celého profilu – u variant pokusu bez plodin s aplikací draslíku na povrch (obr. 2) – bylo možno pozorovat zvyšování obsahu draslíku uvolnitelného, zejména u síranové formy hnojiv. Zvláště pak je toto zvýrazněno po 5. měsíci, kdy nastává i obsahové vyrovnání v celém profilu a kdy se stírají i rozdíly mezi síranovou a chloridovou formou draselných hnojiv.

Zvyšující se dávky vnesených draselných hnojiv u variant s vegetací zvyšují hodnoty výměnného a vodorozpustného draslíku až po aplikaci vyšších dávek hnojiv. Výrazněji se v tomto směru, stejně jako ve zvýšení obsahu draslíku v rostlinách, projevil draslík ve formě chloridové než ve formě síranové. Zhruba lze říci, že při aplikaci nižších dávek draslík výměnný a vodorozpustný zůstávají poměrně konstantní.

Jak již bylo uvedeno, nejvyšší dávky draslíku v chloridové formě (při vyšší hladině dusíkato-fosforečného hnojení) zvyšují více hodnoty výměnného draslíku v porovnání s formou síranovou. Zřejmě zde hraje roli zvyšování obsahu chloridových aniontů a vznikající rozpustný $CaCl_2$, umožňující vytěsnění dvojmocných iontů vápníku přebytkem jednomocných iontů draslíku, čímž dochází ke zvýšení výměny draselných iontů při uvedené koncentraci.

V raných fázích vývoje rostlin pravděpodobně tyto formy vazeb draslíku (výměnný, vodorozpustný) nejsou jediným zdrojem draslíku, poněvadž během vegetace jejich hodnoty se drží na stejné úrovni nebo mírně stoupají. Teprve při následné plodině, ale i současném vzestupu draslíku uvolnitelného, začínají tyto hodnoty klesat, ale ani potom neklesnou pod hodnotu nehnojené varianty. Zřejmě je odčerpáný draslík doplňován ze zásoby v pevnějších vazbách.

U variant bez rostlin s aplikací draselných hnojiv na povrch během sledovaného období nastává v rámci profilu zřejmý pokles hodnot výměnného a vodorozpustného draslíku v povrchové vrstvě (0-5 cm) a vzestup ve vrstvách hlubších (5-10, 10-15 cm), a to v obou formách dodávaného draslíku.

Schopnost půdy fixovat draslík ve vegetačních pokusech se zřetelně snižuje až při nejvyšších úrovních draselných hnojiv. Naopak se zvyšuje během vegetace, a to pozvolna u 1. plodiny do sklizně a u 2. plodiny prudceji stoupá do období květu, patrně jako důsledek odčerpání uvolnitelného draslíku, který můžeme zčásti považovat i za draslík fixovaný.

Varianty bez rostlin vykazovaly po aplikaci hnojiv výraznější zvýšení fixační schopnosti jak v porovnání s kontrolní nehnojenou variantou (s porostem), tak i hnojenými variantami s plodinami.

Pokus s aplikací draselných hnojiv na povrch (bez porostu) v celém průběhu sledování ukazoval tendenci snižování fixační schopnosti draslí-

ku ve vrchních vrstvách a zvyšování ve vrstvách hlubších. Je možno uvést, že zhruba po šesti- až sedmiměsíčním období se stírají rozdíly v hodnotách „fixační schopnosti“ a nastává vyrovnání hodnot v rámci celého profilu i mezi formami draselných hnojiv.

Výsledky z vegetačních i ostatních laboratorních pokusů na půdách na různých matečných substrátech s různým mineralogickým složením ukazují, že údaje o fixaci draslíku se nezdají být nejvhodnějším indikátorem ani pro draslík využitelný rostlinami, ani pro zásobennost půd touto živinou ve vztahu k potřebám pěstovaných plodin.

Příjem draslíku rostlinou a vztah k výnosu

Dostatečné zásobení rostlin živinami, které by zajistilo maximální výnos, vyžaduje objasnění procesů půdní dynamiky i rostlinné fyziologie. Množství draslíku, které rostlina odebírá z půdy, závisí mimo jiné na způsobu a podílu vazby draslíku v půdě. Z literárních údajů je známo, že vodorozpustný draslík v půdě může být přijímán rostlinou úplně, výměnný draslík až na malý zbytek a nevýměnný draslík jen z malé části.

Z našich vegetačních pokusů vyplývá, že již v raném stádiu růstu rostlin jsou přijímána poměrně velká množství draslíku, a to převážně na úkor draslíku uvolnitelného. V dalším vegetačním období se odčerpávání uvolnitelného draslíku snižuje. Co se týká výměnného draslíku, který je přijatelný buď přímo kontaktní výměnou, nebo nepřímo přes rovnovážný stav mezi výměnným draslíkem a draslíkem v půdním roztoku, jeho obsah v průběhu vegetační doby se drží na zhruba stejné úrovni. Odčerpávání draslíku vodorozpustného a výměnného rostlinami během vegetace je velmi obdobné, poněvadž obě formy se nacházejí v rovnováze a vyznačují se obdobnými výkyvy s tím, že hodnoty draslíku výměnného dosahují podstatně vyšších hodnot.

Rozbory rostlin ukazují, že stupňování dávek KCl zvyšovalo obsah draslíku v rostlinách více než draslík dodaný ve formě síranové, přičemž rostliny přijímají chlór ve shodě se stupňovanými dávkami KCl.

Pokud jde o dosažené výnosy projevila se mírná tendence výnosové nadřazenosti síranové formy nad chloridovou formou draslíku. V nádobovém vegetačním pokusu stupňováním dávek KCl byl dosažen maximální přírůstek zrna u obilovin při dávce 4,5 g K a při použití K_2SO_4 až při dávce 6,0 g K na nádobu. Vyšší dávky se projeví již depresivním působením u všech sledovaných plodin.

Předběžně lze uvést, že zásobní hnojení se projevuje ve výnosech spolehlivěji než každoroční aplikace, nutno ovšem zvážit i výše zmíněný depresivní vliv příliš vysokých dávek, zvláště v chloridové formě.

Literatura

- BLACK, C. A.: Soil plant relationships. Second edition. J. Wiley sons, inc. New York, London, Sydney, 1968.
BELJAJEV, G. N.: Formy kaliya v pesčanoj počve pri sliteľnom primenii udobrenij, Počvovedenje, 1, 1971, s. 58-69.
BOLT, G. H. — SUMMER, M. E. — KAMPHORST, A.: A study of the equilibria between three categories of potassium in an illitic soil, Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 27, 1963, s. 294-299.
BUJDOŠ, G.: Formy viazania draslíku v pôde a ich dynamika. [Habilitační práce.] Nitra 1969 — VŠZ.

- GÁBRIŠ, L.: Formy a premeny draslíka v hnědozemí na spraši, *Poľnohospodárstvo*, 18, 1972, s. 27-37.
- HEINRICH, L. — DESPU, I.: Forme de potasiu in principalele tipuri de sol din Transilvania, *Stiinta Solului*, 8, 1970, s. 4-15.
- HUDCOVÁ, O. — SIROVÝ, V.: Fixace draslíku hnědými půdami. *Rostl. výroba*, 18, 1972, s. 373-382.
- HUDCOVÁ, O. — SIROVÝ, V.: Fixace draslíku půdami na sprašových pokryvech, *Agrochémia*, XIII, 1973, s. 102-104.
- MORTLAND, M. M.: The dynamic character of potassium release and fixation, *Soil Sci.*, 91, 1961, s. 11-13.
- NAFADY, M. H.: Studies on potassium properties in the old fertilized and unfertilized field plots at Askov Experimental Station, *Acta Agric. scand.*, 22, 1972, s. 121-127.
- NIELSEN, J. D.: Fixation and release of potassium and ammonium ions in Danish soils, *Pl. Soil*, 36, 1972, s. 71-88.
- PFULB, K. — WIECHENS, E.: Ergebnisse von Kaliumdüngungsversuchen sowie Folgerungen für die Festlegung von Grenzwerten für die Beurteilung des Kaliumgehaltes von Mineralböden, *Landwirtsch. Forsch.*, 25, 1972, s. 319-335.
- REICHENBACH, H. — SCHROEDER, D.: Ein Vergleich verschiedener Methoden zur Bestimmung des Kaliumfestlegungsvermögens an einiger schleiswig-holsteinschen Böden, *Zeitschrift für Pflanzenern., Düngung, Bodenkunde*, 90, 1960, s. 116-132.
- REJNFELD, L. — BEJNARE, A.: Sezonnye izmeneniya soderžaniya podvižnyh fosfora i kalija v počve pod vlijaniem vozrastajuščih doz udobrenij, *Chim. i biol. sel. choz.*, II, Rastenijev., Riga, Zinatne, 1971, s. 61-63.
- REZK, A. I. — AMER, F.: Exchangeable potassium and its selectivity by soils as quantity-intensity parameters for soil potassium, *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 33, 1969, s. 876-880.
- SCHEFFER, F. — SCHACHTSCHABEL, P.: Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde. 1. Teil Bodenkunde. 5. Aufl., Ferd. Enke Verlag, Stuttgart, 1960.
- SCHACHTSCHABEL, P.: Fixierung und Nachlieferung von Kalium und Ammonium-Ionen. Beurteilung und Bestimmung des Kalium-Versorgungsgrades von Böden, *Landw. Forschung, Sonderheft*, 15, 1961, s. 29-47.
- WENTWORTH, S. A. — ROSSI, N.: Release of potassium from layer silicates by plant growth and by NaTPB extraction, *Soil Sci.*, 113, 1972, s. 410-416.
- ZABAVSKAJA, K. M.: Vlijaniye dlitel'nogo primeneniya kalijnyh udobrenij na prevraščenije form kalija v dernovopodzolistoj tjaželosuglinistoj počve, *Chim. sel. choz.*, 10, 1972, č. 9, s. 10-14.

Došlo dne 7. 1. 1976

HUDCOVÁ O., HOMOLA V. (Ústav půdoznalecký, Ústav výživy rostlin, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Praha - Ruzyně). *Dynamika draslíku v půdě*. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12) : 1289-1298, 1976.

Vztahy mezi jednotlivými formami vazeb draslíku v půdě byly sledovány v nádobových vegetačních pokusech po aplikaci hnojiv i během vegetačního období při různém množství, formě, kombinaci a technice zapravení hnojiv. Ukazuje se, že uvolnitelný draslík lze považovat za důležité kritérium pro obsah draslíku využitelného rostlinami a také za nejdynamičtější formu draslíku v půdě. Naproti tomu draslík výměnný a vodorozpustný zůstávají poměrně konstantní a zvyšují se až po aplikaci vyšších dávek hnojiv. Výrazněji se v tomto směru, stejně jako ve zvýšení obsahu draslíku v rostlinách, projevil draslík dodaný v chloridové formě než ve formě síranové. Schopnost půdy fixovat draslík se zřetelně snižuje až při nejvyšších úrovních draselného hnojení, naopak se zvyšuje během vegetace, patrně jako důsledek odčerpání uvolnitelného draslíku, který můžeme zčásti považovat i za draslík fixovaný. Při aplikaci draselných hnojiv se projevila mírná výnosová nadraženost síranové formy nad chloridovou. Předběžně lze uvést, že zásobní hnojení se projevuje ve výnosech spolehlivěji než každoroční aplikace.

vegetační nádobové pokusy; půdní dynamika draslíku; draslík výměnný, vodorozpustný, uvolnitelný; fixace draslíku

ГУДЦОВА О., ГОМОЛА В. (Институт почвоведения, Институт питания растений, Научно-исследовательские институты растениеводства, Прага - Рузыне). Динамика калия в почве. Rostlinná výroba (Praha) 22 (12) : 1289-1298, 1976.

В ходе вегетационных опытов в сосудах изучали отношения между отдельными формами связей калия в почве как после заправки удобрений, так и в течение вегетационного периода при разных количествах, формах, комбинациях и технике заправки. Как установлено, освобождаемый калий можно считать важным критерием содержания усвояемого растениями К, а также наиболее динамичной формой К в почве. В противоположность тому, обменный и водорастворимый К становится сравнительно константным и растет лишь после внесения повышенных доз удобрений. Заметнее проявляет себя в этом направлении, как и в росте содержания в растениях, К в хлоридной форме, чем в сульфатной. Способность почвы фиксировать К заметно понижается лишь при максимальных уровнях К-удобрения, а растет в ходе вегетации, очевидно, как следствие поглощения освобождаемого К, который отчасти можно считать и фиксированным К. При внесении К-удобрений проявляется несколько большая стимуляция урожаев под влиянием сульфатной формы, чем хлоридной. Предварительно можно сказать, что удобрение в запас влияет на урожай надежнее, чем ежегодное внесение удобрений.

вегетационные опыты в сосудах; почвенная динамика калия; обменный, водорастворимый, освобождаемый калий; фиксация калия

Rukopisy odevzdány k tisku 8. 9. 1976, podepsáno k tisku 29. 3. 1977

Adresa autorů:

Ing. Olga Hudcová, CSc., Ústav půdoznalecký, ing. Václav Homola, Ústav výživy rostlin, VÚRV, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

PŮDNÍ FOND ČSSR (OCHRANA, VYUŽITÍ A ZVELEBENÍ)

K. Jůva, A. Klečka, D. Zachar et al.

Academia Praha, Veda Bratislava, 1975, 477 s., 145 obr. 72 tab.

„Půda je hlavní a nepostradatelnou složkou přírodního prostředí a základním výrobním prostředkem v zemědělství a lesnictví.“

Naši odbornou a vědeckou literaturu obohatilo významné dílo souborně řešící otázku ochrany, využívání a zvelebování půdního fondu ČSSR, zpracované širokým autorským kolektivem předních 66 československých odborníků pod vedením prof. dr. ing. Karla Jůvy, DrSc., akademika Antonína Klečky a člena korespondenta Dušana Zachara.

Publikace je logicky a věcně utříděna do čtyř základních kapitol, v nichž je konkrétně a podrobně řešena zvolená problematika. V přehledném závěru práce je souborně uveden obsah předchozích kapitol včetně konkrétních návrhů účinných opatření. Závěr a obsah práce je přeložen do ruštiny a angličtiny. Důležitou složkou publikace je jmenovitý a věcný rejstřík, který zvyšuje přehlednost a možnost orientace.

Kapitola první (s. 19–129) zahrnuje podrobné údaje o historickém vývoji našich půd, současném stavu půdního fondu, způsobech využívání zemědělského a lesního půdního fondu a o formách jeho poškozování. Z údajů vyplývá, že v ČSSR představují půdy s vysokou přirozenou nebo zkulturněním zvýšenou úrodností podíl asi 30 %, zatímco 70 % zemědělských půd má pouze úrodnost střední až nízkou. Lesní půdy mají tento poměr ještě nepříznivější. Kritickým se jeví značné ubývání zemědělské a zejména orné půdy v našem státě. Za zmíněných 25 let ubylo celkem 1 023 422 ha zemědělské půdy a 880 693 ha orné půdy. Kromě uvedených úbytků půdy zabrané pro nezemědělské účely je produkční plocha půdy poškozována a snižována též škodlivými přírodními a antropogenními činiteli, což značně ztěžuje kvantitativní i kvalitativní plnění výrobních cílů, zejména na úseku produkce potravin, krmiv a průmyslových surovin.

Podrobné údaje o rozboru struktury, dynamiky a využívání půdního fondu našeho státu jsou podkladem pro náplň dalších kapitol zvláště v oblasti ochrany

a zvelebování zemědělského a lesního půdního fondu.

Kapitola druhá (s. 130–293), jež je nejobsáhlejší, zahrnuje celkovou problematiku protierozní ochrany zemědělské půdy, meliorací zamokřené a sněhem poškozované půdy, dále zvyšování úrodnosti orných půd, luk a pastvin, problematiku využívání půd pro speciální kultury (vinohrady, ovocné sady, chmelnice), zúrodnování půd znehodnocených průmyslovou a jinou činností. Na uvedenou problematiku navazuje soubor opatření na úseku hospodářskotechnických úprav pozemků, zařízení vodohospodářskomelioračních, dopravních, stavebních a dalších, přispívajících k intenzivnějšímu využívání půdního fondu. Uvedená opatření sledují zejména ochranu zemědělské půdy před nepříznivou činností člověka a přírodních činitelů, jakož i možnosti trvalého zvyšování úrodnosti půdy a její produkční schopnosti ve vztahu k uvažované zemědělské produkci a k ochraně přírodního prostředí.

Kapitola třetí (s. 214–381) uvádí problematiku ochrany a zvelebování lesního půdního fondu, zvláště po stránce úpravy vodního režimu lesní půdy, hrazení bystřin, ochrany půdy před vodní a větrnou erozí, sesuvem, lavinami, meliorace degradovaných lesních půd, zalesňování nelesních půd a zvyšování úrodnosti půd s výnosnými a účelovými lesy. Zvýšená pozornost je věnována lesnickotechnickým a biotickým úpravám, týkajících se především celého krajinného prostoru v návaznosti na zemědělské území a vodní plochy.

Kapitola čtvrtá (s. 382–431) zahrnuje ochranu a využití speciálních kategorií půdy, zejména půdy rybníční, půdy v povodí a okolí vodních nádrží, půdy chráněných krajinných objektů, půdy leteckých ploch a podél komunikací, půdy veřejných zelených a rekreačních ploch. I když je plocha těchto půd celkově malá (činí 1,2 mil. ha, což je asi 9 % plochy celkového půdního fondu státu), jsou rovněž její ochrana a využití celospolečensky významné. V kapitole je věnová-

na samostatná stať ochraně půdního fondu při výstavbě.

V publikaci jsou souborně shrnuty dosavadní vědecké i praktické poznatky ze široké oblasti využití, ochrany a zvelebování zemědělských, lesních a speciálně využívaných půd ČSSR.

Dílo je hodnotné nejen svým bohatým odborným obsahem a náplní jednotlivých kapitol, nýbrž také celkovou skladbou, zaměřením na využití pro celospolečenské významné úkoly i význačnou formální úpravou. Svým komplexním pojetím, obsahovým zaměřením, myšlenkovým a faktologickým bohatstvím zname-

ná publikace cenný přínos pro uplatnění v zemědělské a lesní výrobě, kde je vlastně těžiště jejího poslání, dále však také může být využita i při koncepčních územně plánovacích pracích v oblasti zemědělství, lesnictví i jiných úsecích činnosti vázané na problematiku půdního fondu. Vhodně se uplatní též jako základní studijní literatura při výchově odborníků a vědeckých pracovníků v zemědělství a lesnictví. Svým komplexním pojetím, zaměřením a vysokou odbornou úrovní má toto hodnotné dílo prioritní postavení i ve světové literatuře.

*Prof. ing. František Hron, CSc.,
Vysoká škola zemědělská, Praha - Suchbát*

SISTEMNYJE FUNGICIDY (SYSTEMICKÉ FUNGICIDY)

Kolektiv

Moskva Mir, 1975, 1. vydání, 304 s., 55 tab., cena váz. výt. Rb 2,43 (Kčs 31,—)

Na rozdíl od insekticidů a akaricidů se systematickými účinky, které se úspěšně používají v zemědělské výrobě již více než čtvrt století, byly první obdobně působící fungicidní látky objeveny přibližně před 10 až 15 lety a teprve v současné době nachází tato zajímavá a perspektivní skupina pesticidů praktického uplatnění, projevujícího se nejen ve zvýšení úrody různých zemědělských kultur, ale zároveň i v současném snížení spotřeby práce na jednotku produkce.

Autoři recenzovaného ruského překladu anglické publikace *Systemic fungicides* (nakl. Longman, Londýn 1972) se s úspěchem pokusili o shrnutí a zobecnění poznatků z více než 1200 původních prací z této oblasti, publikovaných převážně v období let 1962 až 1972. Kniha je uvedena stručným názvoslovným úvodem a podrobným přehledem historie objevu a počátku výroby a využívání fungicidních přípravků se systematickým účinkem k ničení parazitických hub a plísní, k zastavení jejich růstu a zamezení množení a šíření. V dalších osmi kapitolách, napsaných kolektivem 14 předních odborníků z Velké Británie, USA a Holandska pod redakčním vedením prof. R. W. Marsha, jsou rozebírány dosud získané poznatky o závislosti fungicidních účinků různých che-

mických látek na jejich struktuře (anilidy karbonových kyselin, antibiotika, fosfoorganické deriváty, heterocyklické a aromatické sloučeniny aj.), dále údaje o toxicitě systematicky účinných fungicidů pro savce, o možných způsobech mechanismu působení systematicky účinných látek a jejich transportu v rostlinném těle, o vzájemném působení s ošetřovanými organismy a o rezistenci parazitů k některým preparátům. Samostatná rozsáhlá kapitola je věnována praktickým metodám použití této skupiny fungicidů pro ochranu obilnin, zeleninových a ovocných kultur. Autoři jednotlivých kapitol posuzují vždy z různých pohledů také předpokládané směry dalšího rozvoje této oblasti do budoucna.

Kniha je určena vědeckovýzkumným a inženýrskotechnickým pracovníkům v oblasti výroby a použití fungicidů v zemědělské výrobě, zejména pěstování obilnin a zeleniny, ovocnářství a vinařství, učitelům a studentům vysokých škol zemědělských a potravinářských a biologických směrů univerzitního zaměření i širokému okruhu čtenářů, kteří se ve své denní práci setkávají s problematikou ochrany rostlin před parazitickými houkami a plísněmi.

*Ing. Bohumil Tesařík, prom. ped.,
331 51 Kaznějov 392*

Müller S., Ansorge H., Garz J., Stumpe H.: Přihlédnutí k anorganickému dusíku v půdě při výměřování dávek u dusíkatých hnojiv na počátku vegetačního období	1225
Baier J.: Využití anorganických rozborů rostlin k dohnojování ozimých pšenic dusíkem	1235
Velich J., Horský V.: Ztráty dusíku vyprcháním čpavku při povrchovém hnojení travních porostů močovinou	1245
Knop K., Vaněk V., Bezdek V.: Vliv pomalu působících dusíkatých hnojiv na výnos a kvalitu jarní pšenice a jarního ječmene	1253
Vopěnka L., Němec A.: Průběh fixace a uvolňování fixovaných amonických iontů v půdě	1263
Pirkcl J., Kotek J.: Změny fosfátového potenciálu v půdě v závislosti na fosforečném hnojení a čase	1271
Hamen F.: Studium změn půdních fosfátů po aplikaci fosforečnanů vápenatých ve vztahu k rostlině — přijatelnost fosforu rostlinami z různých forem půdních fosfátů	1279
Hudcová O., Homola V.: Dynamika draslíku v půdě	1289
Recenze	
Hron F.: Půdní fond ČSSR (Ochrana, využití a zvelebení)	1299
Tesařík B.: Systemické fungicidy	1300

СОДЕРЖАНИЕ

Мюллер С., Ансorge Г., Гарз Дж., Штумпе Г.: Неорганический азот в почве при определении доз азотных удобрений в начале вегетационного периода	1232
Байер Я.: Использование неорганических анализов растений для прикормки озимых пшениц азотом	1243
верхностном удобрении травостоев мочевиной	1252
Knop K., Vanek V., Bezdek V.: Воздействие медленнодействующих азотных удобрений на урожай и качество яровой пшеницы и ярового ячменя	1262
Vopěnka L., Němec A.: Ход фиксации и освобождения фиксированных аммониевых ионов в почве	1269
Велих Й., Горси В.: Потери азота из-за улетучивания аммиака при по-	
Пиркл Й., Котек Я.: Изменения фосфатного потенциала в почве в зависимости от фосфорного удобрения и от срока внесения	1277
Гаман Ф.: Изучение изменений почвенных фосфатов после внесения кальциевых фосфатов по отношению к растению — усвоение фосфора растениями из разных форм почвенных фосфатов	1287
Гудцова О., Гомола В.: Динамика калия в почве	1298
Рецензия	
Грон Ф.:	1299
Тесаржик Б.: Системные фунгициды	1300

CONTENTS

Müller S., Ansorge H., Garz J., Stumpe H.: Considering Inorganic Nitrogen in Soil during Determination of Nitrogenous Fertilizer Rates at the Beginning of the Vegetation Season	1225
Baier J.: Application of the Results of Inorganic Plant Analyses in Additional Dressing of Winter Wheats with Nitrogen	1235
Velich J., Horský V.: Nitrogen Losses due to Ammonia Volatilization in Top Fertilizing of Grass Stands with Urea	1245
Knop K., Vaněk V., Bezděk V.: The Effect of Slow-Acting Nitrogenous Fertilizers on the Yield and Quality of Spring Wheat and Spring Barley	1253
Vopěnka L., Němec A.: The Course of Fixation and Release of Fixed Ammonium Ions in Soil	1263
Pirk J., Kotek J.: Changes in Soil Phosphate Potential in Dependence on Phosphoric Fertilizing and Time	1271
Haman F.: Changes in Soil Phosphates after Application of Calcium Phosphates in Relation to the Plant — Plant Phosphorus Availability from Various Forms of Soil Phosphates	1279
Hudcová O., Homola V.: Dynamics of Soil Potassium	1289
Book — Review	
Hron F.: Soil Fund in Czechoslovakia (Protection, Utilization and Improvement)	1299
Tesařík B.: Systemic Fungicides	1300

INHALT

Müller S., Ansorge H., Garz J., Stumpe H.: Berücksichtigung des anorganischen Stickstoffes im Boden bei der N-Düngerbemessung zu Vegetationsbeginn	1225
Beier J.: Ausnutzung der anorganischen Pflanzenanalysen zur Nachdüngung der Winterweizen mit N (res. E/1235)	
Velich J., Horský V.: Stickstoffverluste durch Verflüchtigung von Ammoniak bei der Oberflächendüngung der Grasbestände mit Harnstoff (res. E/1245)	
Knop K., Vaněk V., Bezděk V.: Einfluß von langsam wirkenden N-Düngemitteln auf Ertrag und Qualität des Sommerweizens und der Sommergerste (res. E/1253)	
Vopěnka L., Němec A.: Verlauf der Fixierung und Lockerung der im Boden fixierten Ammoniak Ionen (res. E/1263)	
Pirk J., Kotek J.: Veränderungen des Phosphatpotenzials im Boden in Abhängigkeit von der P-Düngung und von der Zeit (res. E/1271)	
Haman F.: Studium der Veränderungen der Bodenphosphate nach Anwendung von Kalziumphosphaten in Beziehung zur Pflanze-Aufnehmbarkeit von Phosphor für Pflanzen aus verschiedenen Formen von Bodenphosphaten (res. E/1279)	
Hudcová O., Homola V.: Dynamik von Kalium im Boden (res. E/1289)	
Rezensionen	
Hron F.: Boden der ČSSR (Schutz, Nutzung und Förderung) (res. E/1299)	
Tesařík B.: Systemische Fungizide (res. E/1300)	

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.