

## Die Fragen der Düngung des Winterweizens auf den wichtigsten Bodentypen Ungarns

M. KRÁMER und I. LATKOVICS

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

Eine der wichtigsten Aufgaben der ungarischen Volkswirtschaft bildet die Versorgung der Bevölkerung mit Brotgetreide aus eigener Produktion. Diese Aufgabe kann rationell nur durch Erhöhung der Durchschnittserträge erreicht werden. Eines der entscheidenden Mittel zur Steigerung der Erträge ist nebst Einführung besserer Weizensorten und besserer Agrotechnik, die gesteigerte Anwendung der Mineraldünger.

Wir stellen in der Abbildung 1. den auf ein ha Ackerfläche jährlich entfallenden Verbrauch an Mineraldüngemitteln dem erreichten durchschnittlichen Hektarkörnerertrag an Winterweizen für die Zeitperiode von 1956 bis 1962 gegenüber. Der Durchschnittsertrag des Winterweizens ist in den Staatsgütern, die mehr Mineraldünger verwenden höher, als dem Durchschnitt des Landes in der untersuchten Zeitperiode entspricht. Auch innerhalb der Wirtschaftssektoren bestätigte sich, daß — abgesehen von vereinzelt, hauptsächlich dem sehr ungünstigen Witterungsverlauf zuzuschreibenden Ausnahmen — auch in Ungarn der durchschnittliche Ernteertrag des Winterweizens durch Anwendung erhöhter Mineraldüngergaben wesentlich zu steigern ist. Die Menge der verwendeten Mineraldüngemittel stieg in Nährstoffen ausgedrückt ungefähr auf die fünffache Höhe. Die Menge der im Jahr 1962. je ha Ackerland in Form von Mineraldüngemitteln angewandte Nährstoffe betrug in N,  $P_2O_5$  und  $K_2O$  ausgedrückt im Landesdurchschnitt 50 kg/ha, in den Staatswirtschaften jedoch 135 kg; hievon 50—53% Stickstoff. Der Landesdurchschnittsertrag des Weizens stieg in der Zeitperiode 1956 bis 1962 von 13 dt/ha auf 19 dt/ha, in den Staatsbetrieben von 18 dt/ha auf 28 dt/ha.

Die Wirksamkeit der Mineraldünger kann bei richtiger Anwendung agrotechnischer Maßnahmen und intensiveren Sorten auch durch die Anpassung des Nährstoffverhältnisses an die Bodeneigenschaften weiter gesteigert werden.

Dies beweisen auch die Ernteergebnisse der durch das Institut für

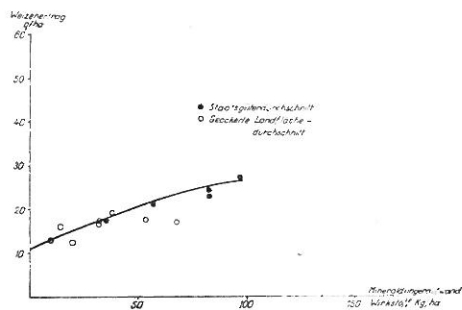


Abb. 1.

Zusammenhang der dem Ackerboden zugeführten durchschnittlichen Mineraldüngermenge und des Erntedurchschnittes des Weizens (1956—1962)

Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften — teilweise in Arbeitsgemeinschaft mit Schwesterinstituten — zur Prüfung der Wirksamkeit der Mineraldüngemittel beeinflussenden Faktoren durchgeführten Kleinparzellenversuche. Bei diesen Versuchen wurde von den in jedem Gebiete üblichen Mineraldüngergaben ausgegangen.

Als Vergleichsstandard wurde bei der Auswertung der Ergebnisse die ungedüngte Parzelle benützt und der Nutzeffekt der Düngung an dem Körnerertrag der gedüngten Parzellen gemessen. Die 383 zusammengefaßten Ergeb-

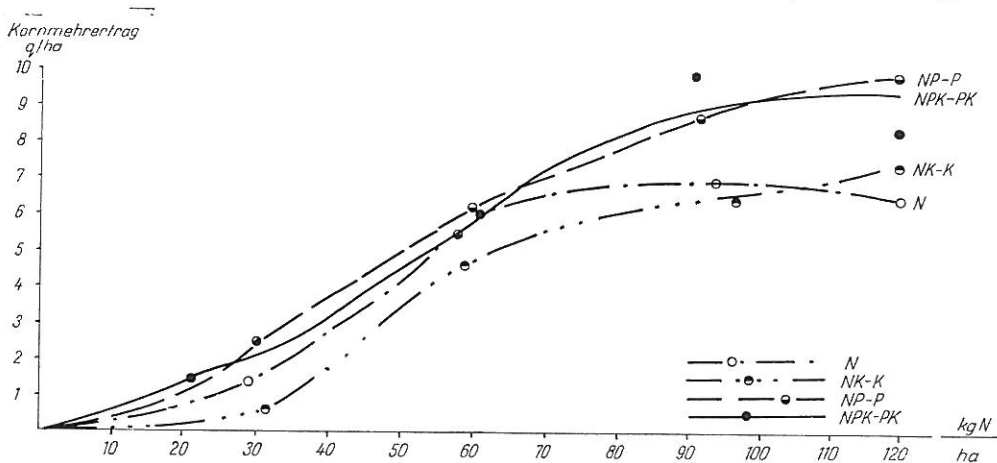


Abb. 2.

Wirkung der Stickstoffdüngung im Durchschnitt von 36 Versuchen bei gleichzeitiger Verwendung von O, P, K, PK (1957—1962)

nisse der insgesamt 36 Versuche teilten wir nach den abreichten Mengen der Stickstoffdüngemittel abgestuft in 5 Hauptgruppen ein.

Die innerhalb der Hauptgruppen gegebenen Stickstoffgaben waren folgende: I. Ø. II. 15—35 kg/ha N, III. 50—70 kg/ha N, IV. 85—100 kg/ha N, V. 120 kg/ha N. Wir gruppierten auf diese Weise insgesamt 383 Daten. In die einzelnen Hauptgruppen entfielen ja 44 bis 104 Angaben.

Innerhalb dieser Hauptgruppen bildeten wir vier Untergruppen je nach dem, ob der N-Dünger in den Varianten allein oder in Kombination mit anderen Nährstoffen also K, P bzw. PK gegeben wurde. Einen Überblick über die durch die Anwendung verschiedener Mengen von Stickstoffdüngern erzielten Ertragssteigerungen an Körnern gestattet die Abbildung 2. Nach den, in der untersuchten Zeitspanne erzielten Ergebnissen ergab die ausschließliche Stickstoffdüngung, sowie deren Kombination mit Kalidüngern bis zu 60 kg/ha N, wie auch die Kombination der Stickstoffdüngung mit Phosphorsäuredüngung bis zu 90 kg/ha N fast lineare Ernteertragszunahmen. Durch Zuführung von 60 kg/ha N sind im Durchschnitt der Fälle 6 dt/ha, durch 100—120 kg/ha N ohne Phosphorsäuredüngung 7 dt/ha, mit Phosphorsäuredüngung 10 dt/ha Körnermehrertrag erreichbar. Laut chemischer Analyse enthält 1 dt/ha Weizenkörnerertrag einschließlich des zugehörigen Stroh/Streuertrages 3 kg Stickstoff. So berechnet beträgt die Ausnutzung des Mineraldüngerstickstoffs bei richtig

gewählten Gaben und im Bedarfsfalle in Kombination mit Phosphorsäure bei Weizen bereits im Jahre der Anwendung 35 bis 40%. Der Nutzeffekt der Phosphorsäure und Kalidünger ist nicht in solchem Maße vorhanden. Phosphorsäure- und Kalidünger brachten, wie zu erwarten, keinen signifikanten (mehr als 1 dt/ha) Mehrertrag. Die Wirksamkeit der Phosphorsäuredünger wurde bei kombinierter Anwendung mit Stickstoffdüngemitteln erhöht, und zwar wurde bei Anwendung mittlerer Gaben von Stickstoff (50–60 kg/ha N) ein Mehrertrag von 1,5–2,1 dt/ha, bei Gebrauch großer Gaben (80–120 kg/ha N) 3,2 – 3,9 dt/ha Mehrertrag an Körnern erzielt. Nur 6% der gegebenen Phosphorsäure kam zur Ausnutzung. Die Erhöhung der Phosphorsäuregaben erwies sich in der geprüften Untersuchungsserie als nicht vorteil-

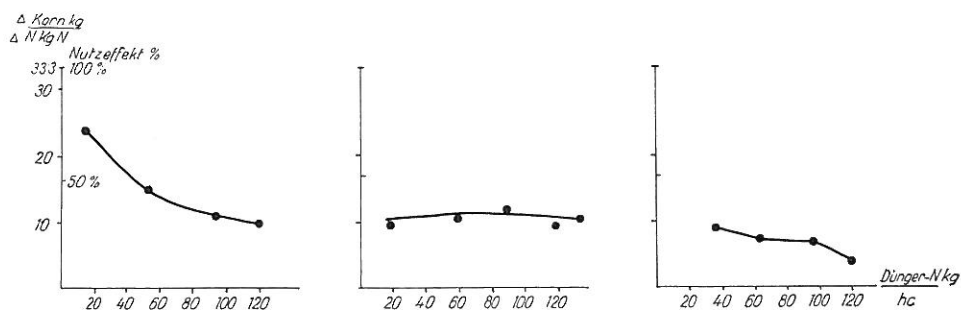


Abb. 3.

Der Nutzeffekt von mineralischem Stickstoff bei gleichzeitiger PK-Düngung auf Böden verschiedener Fruchtbarkeit. Auf ungedüngter Kontrolle Körnerertrag dt/ha, Durchschnitt von rechts nach links: 12,7; 21,4; 36,4

haft. Die ertragssteigernde Wirkung von 35 kg/ha  $P_2O_5$  war im allgemeinen nicht kleiner als die von 60, 90 oder 120 kg/ha  $P_2O_5$ . Die Kalidüngung führte weder allein, noch in Kombination mit Stickstoff- und Phosphorsäure zu signifikanten Ertragssteigerungen.

Es erhebt sich nun die Frage, wie sich diese im Versuchszeitraum unter den normalen natürlichen und agrotechnischen Verhältnissen Ungarns erzielten Ergebnisse unter den konkreten Bedingungen einzelner Betriebe verhalten. In der Abbildung 3. sind die Beobachtungen bezüglich der Wirkung der Stickstoffdünger auf verschiedenen Bodentypen verschiedener Fruchtbarkeit bei deren Anwendung in Kombination mit Kali und phosphorhaltigen Düngemitteln dargestellt. Der auf den ungedüngten Parzellen erzielte Ertrag charakterisiert die Gesamtwirkung der natürlichen Fruchtbarkeit, der meteorologischen Faktoren und der Agrotechnik. In unseren Versuchen waren auf wenig fruchtbaren Böden schon geringe, 20–30 kg/ha starke Stickstoffgaben wirksam. Durch Sicherung der Stickstoffversorgung in kritischen Entwicklungsperioden kann bis zu 5–6 dt/ha Körnermehrertrag erzielt werden. Auf mittelfruchtbaren Böden steigt bei Stickstoffdüngung in der Höhe von 20–120 kg/ha der Ertrag proportional zur Stickstoffgabe. Es entfällt auf je ein kg des Stickstoffwirkstoffes 10–12 kg Mehrertrag an Weizenkörnern. Auf von Natur aus fruchtbaren Böden vermindert sich bei Steigerung der Gabe die Wirksamkeit der mineralische Stickstoffdüngung.

Zur Ermittlung des Zusammenhanges zwischen den Ergebnissen der Mineraldüngerwirkung mit denen der Bodenanalyse, wurden besonders für jeden, auf der Grundlage des Bodenprofils festgestellten, genetischen Typ an Durchschnittsproben der Ackerkrume die üblichen grundlegenden Analysen (und zwar pH,  $\text{CaCO}_3\%$ ,  $y_1$  lt Kappen,  $hy$  lt. Kuron, Gesamtstickstoff,  $\text{P}_2\text{O}_5$ -Analysen, sowie die Prüfung des calciumlaktatlöslichen  $\text{P}_2\text{O}_5$  und  $\text{K}_2\text{O}$  nach der Methode Egner—Riehm) durchgeführt. Die Mehrzahl der statistisch verarbeiteten Angaben wurden auf Böden gewonnen, die den Haupttypen brauner Waldböden, bzw. Tschernosemböden zugeordnet werden können. Erstere waren schwach sauer ( $\text{pH} = \text{H}_2\text{O}$  5,6—6,2,  $\text{pH} = \text{KCl}$  5,5—6,0,  $Y = 5-10$ ), bezüglich der Bodenart als Lehm und lehmiger Sand charakterisierbar, mit Nährstoffen schwach versorgt (Gesamtstickstoff = 0,05—0,10%, Gesamt- $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,08-0,12$ ), mit einem Humusgehalt von 1%. Letztere waren schwach kalkhaltig ( $\text{CaCO}_3 = 1-5\%$ ), lehmigen Charakters, ( $hy$  2,2—3), Nährstoffe

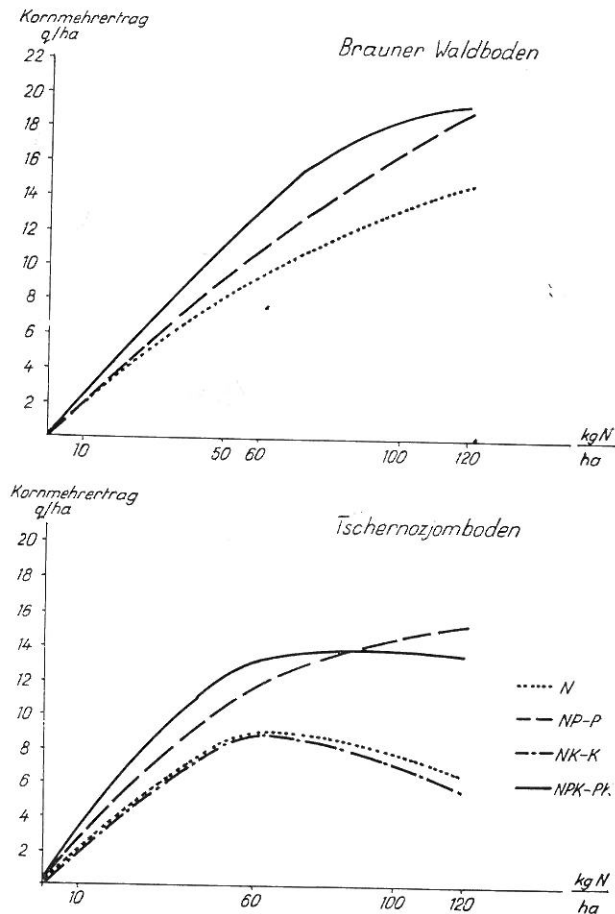


Abb. 4.

Weizenkörnermehrerträge infolge der Mineraldüngung 1961—1962. A) Auf braunen Waldböden. B) Auf Tschernosemböden

in mittlerer Menge enthaltend (Gesamtstickstoff = 0,15 bis 0,20%, Gesamt  $P_2O_5 = 0,12$  bis 0,18%). Bezüglich des Gehaltes an laktatlöslicher Phosphorsäure und Kali zeigten die Böden der Versuche sehr scharfe Unterschiede. Der  $P_2O_5$  Gehalt schwankte zwischen 2 bis 10 mg, der  $K_2O$ -Gehalt von 6 bis 13 mg je 100 g Boden. Häufig waren auch zwischen den einzelnen Parzellen desselben Versuchs Schwankungen dieses Größenranges feststellbar. Die Egner—Riehmschen Zahlenwerte sind in Ungarn für sich allein nicht geeignet Anhaltspunkte für die Notwendigkeit und die Mengen der Phosphorsäure- und Kalidüngung zu geben. Bei Mitberücksichtigung anderer Angaben der Bodenprüfung, des genetischen Typs, des Stickstoffgehalts usw. können wir der Bestimmung der Fähigkeit des Bodens Nährstoffe bereitzustellen schon näherkommen. Zur Darstellung dessen haben wir in der Abbildung 4. und in der Tabelle 1. die Wirkungen gruppiert, die auf braunen Waldböden einerseits und auf Schwarzerdeböden andererseits in den Jahren 1961 und 1962 beim Anbau intensiver Weizensorten nach nicht stickstoffsammelnden Vorfrüchten (Mais, Sonnenblumen, Samenrüben, Sudangras) beige stellt wurden. Auf beiden Bodentypen sind besonders die Stickstoffdüngemittel wirksam; bis zu Gaben von 60 kg/ha N ist auch der Nutzeffekt auf beiden Bodentypen ähnlich. Auf braunen Waldböden kam bei weiterer Steigerung der Stickstoffgabe auch der allein gereichte Stickstoff zu erhöhter Wirkung, während auf Tschernosemböden die gesteigerte Stickstoffgabe nur bei gleichzeitiger Phosphordüngung ertragsteigernd wirkte.

Auch die Notwendigkeit und der Erfolg der Phosphorsäuredüngung ist in den zwei Gruppen verschieden. Auf den von Natur mit Stickstoff besser versorgten Schwarzerdeböden kommt die Phosphorsäuredüngung besser zur Geltung. Ihre Wirksamkeit tritt besonders bei Kombination mit Stickstoff in großen Gaben hervor. Die Kalidünger übten auf braunen Waldböden nur

Tabelle 1.

Der auf 1 kg Mineraldüngerstickstoff entfallende Körnermehrtrag auf braunen Waldböden und auf Tschernosemböden

(1) Bodentyp	(2) Stickstoff kg/ha					
	60			100—120		
	nebst					
	σ	P	PK	σ	P	PK
a) Braune Waldböden ....	15,7	18,3	22,3	12,9	16,3	17,4
b) Tschernosemböden .....	14,6	19,3	21,5	5,5	12,8	11,3

bei gleichzeitiger Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung einen geringen Einfluß aus. Der Gehalt der Böden an leichtlöslicher Phosphorsäure und Kali — obwohl in den zur Gruppierung herangezogenen Versuchsböden nicht besonders stark abwich — war doch in Abhängigkeit von den Eigenschaften der Böden in einer Gruppe zur Erreichung des gewünschten Ernteertrages zu gering, im anderen Falle annähernd ausreichend.

Zusammenfassung

In Ungarn nahm im letzten Jahrzehnt die Mineraldüngeranwendung zu. Dies wirkte sich auch günstig auf die Erhöhung der durchschnittlichen Ernteergebnisse des Winterweizens aus.

Die 383 Ergebnisse der zur Bestimmung der in einzelnen Gegenden günstigsten Mineraldüngergaben und der Nährstoffverhältnisse durchgeführten 36 Versuche gruppierten wir auf Grundlage der mineralischen Stickstoffdüngermengen. Im Durchschnitt der Fälle ergab die Zufuhr von 60 kg/ha N einen Körnermehrertrag 6 dt/ha. Im Falle höherer Stickstoffgaben erscheint schon die Zufügung einer Phosphorsäuredüngung in der Höhe von ungefähr 35 kg/ha  $P_2O_5$  notwendig. So zeigt der auf Böden mittlerer Fruchtbarkeit (auf der ungedüngten Parzelle ungefähr 20 dt/ha Körnerertrag), bei Gaben bis zu 120 kg/ha Stickstoff erzielte Mehretrag ungefähr linearen Zusammenhang mit der angewandten Mineraldüngermenge. Durch Zuführung von 1 kg Stickstoff kann ungefähr 10 kg Körnermehrertrag erreicht werden. Kalium ergab im Durchschnitt der Fälle selbst bei gleichzeitiger Verabreichung von N und P keine signifikante Wirkung. Bei Auswertung der Ergebnisse der Untersuchungen von laktatlöslichen  $P_2O_5$  und  $K_2O$  nach der Methode Egner-Riehm müssen die sonstigen Eigenschaften des Bodens in weitestgehenden Maße in Betracht gezogen werden. Der Nutzeffekt der Phosphorsäuredüngung hängt in hohem Maße vom Versorgung des Weizens mit Stickstoff ab; diese jedoch hängt ihrerseits in vielen Beziehungen von den natürlichen Eigenschaften des Bodens ab. In unseren auf braunen Waldböden durchgeführten Versuchen entfielen beim Mengen von 60 kg/ha Stickstoff auf je 1 kg N 16—18 kg, 120 kg/ha N aber nur 13—16 kg Körnermehrerträge. Auf Tschernosemböden ist bis zu 60 kg/ha N die Ausnützung der Stickstoffdüngung nahezu dieselbe (15—19 kg Körner je 1 kg N). Bei der Zufuhr von 120 kg/ha N, führt je 1 kg N ohne Zufügung anderer Nährstoffe nur 5 kg Körnerertrag, bei gleichzeitiger P-Düngung, jedoch 13 kg Mehretrag herbei. Die bessere Stickstoffabgabe der Tschernosemböden erhöht also das Bedürfnis an P-Düngern und erniedrigt das Optimum der Stickstoffdüngergabe.

### Problems of Chemical Fertilizer Application to Wheat in Some Hungarian Soil Types

M. KRÁMER and I. LATKOVICS

Research Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences,  
Budapest

#### Summary

In these past decades in Hungary the use of chemical fertilizers substantially increased, the favourable effects of which became manifest among others in increased average yields of wheat. 383 data of 36 experiments conducted between 1957 and 1962 to determine best chemical fertilizer dosage rates and proportions for wheat were grouped according to nitrogen fertilizer dosage. In the mean of all cases dosage rates of about 60 kg N/ha in themselves resulted in a surplus yield of 6 q/ha. In case of higher nitrogen dosage rates an additional phosphorus fertilizer application at a rate of about 35 kg phosphorus pentoxide is needed. Thus in soils of medium fertility (grain yields of about 20 q/ha in plots where no fertilizers were applied) up to 120 kg N/ha active agent the excess grain yield obtained showed nearly linear relationship with nitrogen fertilizer application, surplus grain yields of about 10 kg being attained with 1 kg N as active agent. On the average of the cases potassium gave no significant effect even when combined with NP. When evaluating results of Egner—Richm's calcium lactate soluble phosphorus pentoxide and potassium oxide analyses, other soil characters must be largely taken into consideration. Taking effect of phosphorus fertilizers largely depends on nitrogen nutritional status of wheat which in turn is in many respects determined by the natural conditions of the soil. In experiments conducted on brown forest soils 1 kg N was responsible for 16 to 18 kg of excess grain yield at the 60 kg N/ha active agent level and for 13 to 16 kg at the 120 kg N/ha level. In chernozem soils up to a dosage rate of 60 kg/N the efficiency of chemical fertilizer N showed a similar value, 15 to 19 kg grain per 1 kg N, while at the 120 kg N/ha level 1 kg N in itself resulted in 5 kg and combined with phosphorus pentoxide 13 kg surplus grain yield. The better N supply of the chernozem soils thus increases the demand on P fertilizer and reduces the N fertilizer optimum.

*Table 1.* Surplus grain yield per 1 kg chemical fertilizer nitrogen on brown forest soil and on chernozem. (1) Soil type a) Brown forest soil, b) Chernozem soil. (2) Nitrogen kg/ha.

*Fig. 1.* Relationship between the average amount of chemical fertilizer used in the field and the mean crop yields of wheat (1956—1962).

*Fig. 2.* The effect of chemical fertilizer N (with O, P, K, PK) in the average of 36 experiments (1957—1962).

*Fig. 3.* The efficiency of chemical fertilizer N (with PK) on soils of various fertility. Grain yield on check plot without fertilizer application; Average: From left to right direction: 12,7; 21,4; 36,4 q/ha.

*Fig. 5.* Wheat grain excess yields upon the effect of chemical fertilizer application (1961—1962). On brown forest soil, on chernozem soils.

## Les problèmes de l'emploi des engrais minéraux dans la culture du blé sur quelques types de sols en Hongrie

M. KRÁMER et I. LATKOVICS

Institut des Recherches de Pédologie et de Chimie Agricole de l'Académie des Sciences de Hongrie, Budapest

### Résumé

En Hongrie l'emploi des engrais minéraux a considérablement augmenté dans la dernière décennie. Son effet favorable se manifeste aussi dans l'augmentation de la moyenne des blés récoltés. Pour établir les doses et les proportions d'engrais minéraux et les plus convenables dans les différentes régions de la Hongrie nous avons groupé les 383 données des expériences faites entre 1957—1962 dans l'ordre de la quantité d'azote appliquée. Dans la moyenne des cas une dose de 60 kg N/ha a donné, employé seule, un surcroît de 6 q de grains. Dans le cas des doses plus élevées il faut aussi donner 35 kg de  $P_2O_5$  par hectare. Sur des sols de fertilité moyenne (20 q/ha de grains environ sur la parcelle sans engrais), jusqu'à une limite de 120 kg N/ha, l'excédent en grains présente une corrélation à peu près linéaire avec la dose d'azote appliquée, avec 1 kg d'azote l'on peut obtenir un surcroît de grains voisin de 10 kg. La potasse n'a pas eu d'effet significatif dans la moyenne des cas, même employée avec NP. Pour évaluer les données obtenues par la méthode Egner—Riehm au lactate de calcium concernant  $P_2O_5$  et  $K_2O$  il faut tenir compte largement des autres propriétés des sols. L'effet favorable de l'engrais phosphaté dépend en grande partie de l'approvisionnement du blé en azote, ce qui est, dans la plupart des cas, conditionné par les circonstances naturelles du sol. Dans nos expériences faites sur des sols bruns forestiers nous avons obtenu pour un kilogramme d'azote un surcroît de grains de 16 à 18 kg, en employant 60 kg N/ha, et 13 à 16 kg avec 120 kg N/ha. Sur les sols chernozems l'effet de l'engrais azoté a été à peu près le même jusqu'à l'emploi de 60 kg N/ha (15—19 kg de grains/1 kg N), sur le niveau de 120 kg N/ha. 1 kg d'azote a donné un surcroît de 5 kg de grains employé seul, en combinaison avec de l'engrais phosphaté 13 kg. Le pouvoir de fournir de l'azote des sols chernozems est meilleur, cela augmente le besoin en phosphate et diminue l'optimum de l'engrais azoté.

*Tableau 1.* Augmentation du rendement pour 1 kg d'azote de l'engrais minéral sur sol brun forestier et sur sol chernozem. (1) Type du sol: a) Sol brun forestier. b) Chernozem. (2) Azote kg/ha.

*Fig. 1.* Corrélation entre la quantité moyenne d'engrais apportée au sol et la moyenne des récoltes de blé (1956—1962).

*Fig. 2.* Effet de l'engrais azoté dans la moyenne de 36 essais avec application simultanée de  $\emptyset$ , P, K, PK (1957—1962).

*Fig. 3.* L'effet de l'azote des engrais minéraux avec l'apport de PK simultané sur des sols de fertilité différente. Sur contrôle sans engrais. Rendement en grains: moyenne de gauche à droite: 12,7; 21,4; 36,4 q/ha.

*Fig. 4.* Augmentation du rendement en grains du blé par l'effet de l'emploi de l'engrais minéral 1961—1962. Sur sol brun forestier. Sur chernozem.

## Внесение минеральных удобрений под пшеницу на некоторых почвах Венгрии

М. КРАМЕР и И. ЛАТКОВИЧ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии А. Н. Венгрии, Будапешт

### Резюме

В последние десятилетия в Венгрии значительно возросло применение минеральных удобрений, что благоприятно сказалось на средние урожаи пшеницы. Мы обобщили 386 данных, полученных из 36 опытов, проводимых с 1957—1962 годы, с тем чтобы определить оптимальные дозы и соотношения удобрений, вносимых под пшеницу в разных районах нашей страны. По средним данным внесение около 60 кг. азота на гектар дает прибавку урожая зерна равную 6 ц. При увеличении доз азота уже необходимым становится внесение 35 кг.  $P_2O_5$ , так на почвах со средним плодородием (урожай зерна на контроле 20 ц на га.), при увеличении доз азота до 120 кг/га. прибавка урожая зерна показывает линейную зависимость от количества внесенного азота, на один килограмм азота прибавка в урожае зерна составляет 10 кг. При применении NP внесение калия не оказало сификантного эффекта. Оценивая данные относительно лактатно-растворимых  $K_2O$  и  $P_2O_5$  определенных по методу Эгнер—Рим, необходимо принимать во внимание и другие особенности почвы. Эффективность фосфорных удобрений в большой мере зависит от обеспечения пшеницы азотом, а это в свою очередь зависит от свойств почвы. В опытах на бурых лесных почвах один кг. азота при дозе 60 кг. азота на га. давал 16—18 кг, а при дозе 120 кг/га—13—16 кг прибавки урожая зерна. На черноземах при повышении доз азота до 60 кг/га. эффективность от азотных удобрений примерно такая же. (15—19 кг зерна на 1 кг. азота), при 120 кг. азота на га на 1 кг. чистого азота прибавка урожая зерна была 5 кг. а при совместном внесении фосфора 13 кг. Следовательно на черноземах при высоком обеспечении азотом увеличивается потребность в фосфорном удобрении т. е. снижается оптимальная доза азота.

*Табл. 1.* Урожай зерна, полученный от внесения 1-го кг. минерального азота на бурой лесной и черноземной почве. (1) Тип почвы. а) бурая лесная почва, в) чернозем. (2) Азот в кг/га.

*Рис. 1.* Связь между средними урожайными данными пшеницы и средними дозами внесенного минерального удобрения. (1956—1962 гг.).

*Рис. 2.* Эффективность азотных удобрений, среднее из 36 опытов. ( $\emptyset$ , P, K, PK) 1957—1962 г.

*Рис. 3.* Использование растениями азота минерального удобрения на почвах различных по плодородию, фон PK. (1957—1962 гг.). На вертикальной оси % использования, на горизонтальной оси азот минерального удобрения в кг/га. Средний урожай без удобрения в разных грунтах слева направо: 12,7 21,4; 36,4 ц/га.

*Рис. 4.* Прибавка урожая пшеницы от внесения азотного удобрения (1961—1962 гг.). На вертикальной оси—прибавка урожая зерна в ц/га, на горизонтальной оси — азот в кг/га.