

Wirkung der Düngersysteme ohne Anwendung von Stallmist auf ungarischen Tschernosemböden

J. SARKADI, B. GYÖRFFY und H. BALLA

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

In Ungarn, wie allgemein in den industriell schwach entwickelten Ländern, wurde in der Zeit vor dem 2. Weltkrieg wenig Mineraldünger verbraucht und als fast ausschließliches Mittel zur Erhaltung der Fruchtbarkeit des Bodens diente die organische Düngung. Im letzten Jahrzehnt wurden in unserem Lande gleichzeitig mit der sprunghaften Industrieentwicklung, in der Landwirtschaft die zeitgemässen Großbetriebe gebildet und so wurde auch bei uns die Notwendigkeit der Spezialisierung der Betriebe bzw. innerhalb eines Betriebes die Zentralisierung der Viehhaltung zu einer aktuellen Frage. Solches System der Betriebsorganisation kann nur dann wirtschaftlich sein, wenn auf den von den Stallungen entfernt liegenden Böden die Erhaltung bzw. Steigerung der Bodenfruchtbarkeit auch mit alleiniger Anwendung künstlicher Düngemittel gelöst werden kann.

In den anderen Ländern Europas sind die zur Lösung dieser Frage angestellten Dauerversuche in überwiegender Mehrheit in feuchten oder halbfeuchten klimatischen Zonen zu finden. So ergab sich die Notwendigkeit, die Wirkung der organischen Dünger enthaltenden und der ausschließlich aus anorganischen Düngemitteln zusammengestellten Düngersysteme unter den trockenen klimatischen Verhältnissen Ungarns durch Versuche zu vergleichen.

Diese Versuche laufen auf mehreren charakteristischen Bodentypen. Aus der Reihe dieser wollen wir in diesem Vortrage die bisher erzielten Ergebnisse jener Dauerversuche mitteilen, die in Martonvásár auf Böden des Tschernosemtyps durchgeführt werden.

Muttergestein des Versuchsgebietes bilden pannonische Ablagerungen verschiedener mechanischer Zusammensetzung, diese sind durch Lössschichten verschiedener Mächtigkeit bedeckt. Geografisch gehört das Gebiet der Versuche zu dem 30 km südwestlich von Budapest auf der zwischen der Großen Ungarischen Tiefebene und dem transdanubischen Mittelgebirge sich ausdehnenden 110–150 m über dem Meeresspiegel liegenden Lößplateau, dem sog. Mezőföld. Der nördliche Teil des Mezőföld ist flachgeneigtes Hügelland, dessen Oberfläche durch von NW nach SO verlaufende Talmulden, kleinere-größere Senkungen zergliedert wird. Die Mehrheit der Böden des Gebietes gehören zum Tschernosemhaupttyp, es kommen jedoch infolge der zergliederten Oberfläche, der verschiedenen hydrologischen Verhältnisse und der wechselnden Mächtigkeit der Lössschicht ziemlich viele Untertypen, beziehungsweise Varianten vor. Die Versuche wurden teilweise auf einer niedrigen (117–121 m über dem

Meeresniveau gelegenen) Bodensenke, teilweise auf einem Hügelrücken angelegt. Auf der tiefer gelegenen Fläche liegt der Grundwasserspiegel in 4–6 m Tiefe, die Lößdecke ist nur 1–2 m dick. Zur Zeit der Klimaschwankungen der Holozänperiode gehörten diese Lößgebiete in die Waldsteppenzzone. Auf diesen tiefer gelegenen Teilen blieben die Wälder infolge der hydrologischen Verhältnisse auch zu Zeiten, als sich das Klima trockener gestaltete, länger erhalten, als auf den umliegenden Hügeln (Forschungen des L. Szücs). Aus der Verteilung des Humus und CaCO_3 -gehaltes des auf Abb. 1. demonstrierten Bodenprofils

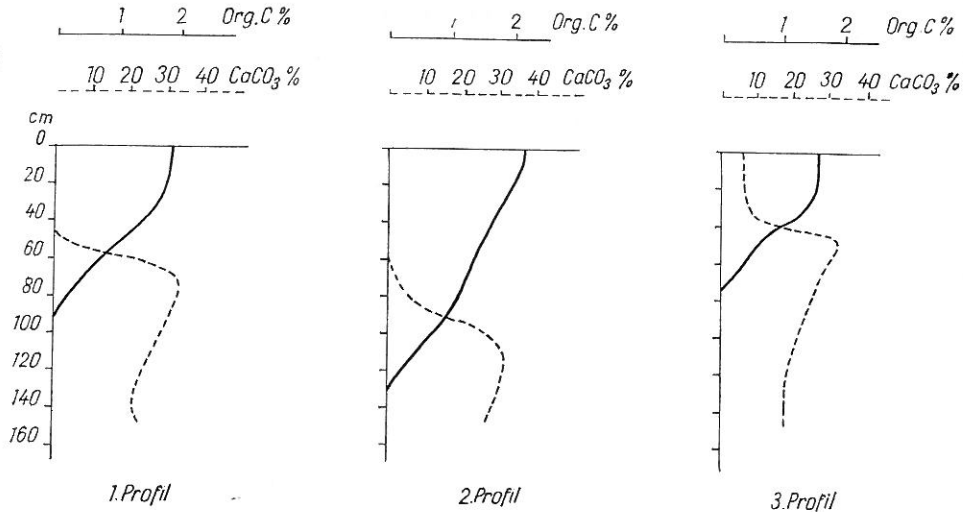


Abb. 1.
Charakteristische Bodenprofile des Versuchsfeldes

No. 1., weiter aus den detaillierteren Untersuchungen von Szücs wird klar, daß auf diesem „Tschernosem mit Waldresten“ die bodenbildende Wirkung des Waldes auch noch jetzt nachweisbar ist.

Wo der Wald aus irgendeinem Grunde zeitlicher durch Grasflora abgelöst wurde, dort ähnelt das Bodenprofil eher den Profilen der großen ungarischen Ebene (siehe 1. Abb. 2. Profil).

Die potentielle Fruchtbarkeit des Bodens kann zumindest in bezug auf die Hauptkulturpflanzen (Weizen, Mais, Luzerne) als gut bezeichnet werden. Jedoch können auf Böden die auf sandigem Löß entstanden sind schon kleine Niveauunterschiede Erosionen verursachen. Für solche erodierte Flächen schwächerer Fruchtbarkeit ist Profil 3. der 1. Abbildung charakteristisch. Die bei den vor Beginn der Versuche aus der Schicht von 0–20 entnommenen Durchschnittsproben zu Tage tretenden Unterschiede — wenn auch diese nicht übermäßig groß sind — zeigen doch, daß die Bodenverhältnisse des Gebietes sehr abwechslungsreich sind (siehe Tabelle 1.). Teils aus diesem Grunde, teils für Aufklärung verschiedener Fragen legten wir insgesamt 8 Versuche mit je 4–6 Wiederholungen an. So ist jeder Versuch in sich auswertbar; es kann jedoch innerhalb der Fragengruppen in Folge der gleichen Reihenfolge der Pflanzen der Einfluß der Abweichungen der Bodeneigenschaften und des

Witterungsverlaufes ebenfalls geprüft werden. Im ersten Zyklus der zuerst angelegten Versuchsfruchtfolgen — wie dies aus der Tabelle 2. ersichtlich ist — waren 25% Schmetterlingsblütler-Futtermische. Es ist jedoch bekannt, daß die Menge und Qualität der nach den Schmetterlingsblütler-Gemischen zurückbleibenden Wurzel und Stoppelreste oft größer ist als die Menge des eingebrachten Stallmistes. Unter anderem werden eben aus diesem Grunde von mehreren Seiten die allgemein bekannten Feststellungen Iversens bestrit-

Tabelle 1.

Ergebnisse der Analyse der obersten 20 cm Schicht der Versuchspartzellen

pH (H ₂ O)	6,6 — 7,4
pH (KCl)	6,0 — 7,2
CaCO ₃ % (laut Scheibler)	0 — 11
Hydrolitische Acidität (laut Kappen)	0 — 4
Tongehalt % (0,002 mm)	26 — 34
Gesamt humus % (laut Tyurin)	2,5 — 3,5
Gesamt N % (nach Kjeldahl)	0,13 — 0,21
Gesamt P ₂ O ₅ % (Kjeldahl Aufschluss)	0,13 — 0,18
Gesamt K ₂ O % (Kjeldahl Aufschluss)	1,0 — 1,8
Laktatlösliches P ₂ O ₅ mg/100 g nach Egner—Riehm	1 — 8
Laktatlösliches K ₂ O mg/100 g nach Egner—Riehm	3 — 16

ten. Deshalb stellten wir solche Fruchtfolgen für die Versuche auf, welche keine Schmetterlingsblütler enthalten — und sogar solche, welche ausschließlich wenig Wurzelreste hinterlassende Körnerfrüchte enthielten. In der II. Rotation ließen wir — der viehlosen Wirtschaft entsprechend — in sämtlichen Versuchen den Rauhfutteranbau aus.

Tabelle 2.

Reihenfolge der Pflanzen in den Versuchen

(1) Jahr	(2) Zeichen des Versuches				
	A	B, E	C, F	D, G	H
	25% Rauhfutterpflanzen				nur Körnerfrüchte
I. Rotation	mit Schmetterlingsblütler		ohne Schmetterlingsblütler		
1955	(W. weizen)				
1956	Mais	(W. weizen)			
1957	S. gerste	Mais	(W. weizen)		(S. gerste)
1958	Wickhafer	W. weizen	Mais	(W. weizen)	Mais
1959	W. weizen	Wickhafer	W. weizen	Mais	W. weizen
1960		W. weizen	Sudangras	S. gerste	S. gerste
1961			W. weizen	Sudangras	W. weizen
1962				W. weizen	
II. Rotation	Nur Körnerfrüchte				
1960	Mais				
1961	Mais	Mais			
1962	W. weizen	Mais	Mais		Mais
1963	W. weizen	Mais	Mais	Mais	Mais

In den einzelnen Versuchen untersuchten wir die Wirkung organischer Düngemittel verschiedener Qualität und Menge (reifer und frischer Stallmist, Stroh, Maisstroh, Torf, Lignitstaub). Weiter verglichen wir die Wirkung gemeinsam angewandter organischer und mineralischer Dünger mit der Wirkung einer Minereraldüngung. Im Folgenden beschäftigen wir uns nur mit jenen wichtigeren Varianten, die in den meisten Versuchen enthalten sind.

Diese sind folgende:

1. ungedüngte Kontrolle,
2. Stallmist — 350 dt/ha (4 jährlich)
3. dem Nährstoffgehalt des Stalldüngers entsprechende Mengen von NPK Minereraldüngemittel (Kalkammoniumnitrat, Superphosphat, 40 %-es Kalisalz),
4. Stallmist vierjährlich (in den Versuchen ABCDH 350 dt/ha, in den Versuchen EFG 280 dt/ha + jährliche Kunstdüngung,
5. Die gesamte in 4. Varianten gereichte Nährstoffmenge ausschließlich in Form von Mineraldüngemitteln.

In den Versuchen verwendeten wir gut gepflegten Stapelmist. Selbstverständlich war der prozentuelle Nährstoffgehalt des in den einzelnen Versuchen verwendeten Stalldüngers — folglich auch die Menge der als Kontrolle gereichten Mineraldüngemittel — in den einzelnen Versuchen nicht völlig identisch. Zu Demonstration der Schwankungen teilen wir in der Tabelle 3.

Tabelle 3.
Menge der dem Boden zugeführten Nährstoffe (kg/ha)

(1) Variante									(2)		
	A 1956— 59	B 57—60	C 58—61	D 59—62	E 57—60	F 58—61	G 59—62	H 58—61	Durchschnitt der I. Rotationen		
	N								N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. ∅	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. #	196	212	186	250	—	—	—	202	209	113	298
3. NPK	194	212	186	249	—	—	—	202	209	113	297
4. #+npk	—	—	463	582	234	276	400	—	391	284	334
5. NPK+ +npk	—	—	466	581	240	282	420	—	398	278	331

die in der ersten Rotation der Versuche gereichten Stickstoffmengen ausführlich mit. Die Schwankungen des P und K waren gleicher Größenordnung, deshalb werden deren Mengen nur im Durchschnitt der Versuche angegeben. Ähnliche Mengen an Nährstoffen wurden auch in der Rotation No. II. gegeben.

Wir zeigen die in Getreidewerten ausgedrückten Ergebnisse in Prozenten der Kontrolle für die erste Rotation der Versuche in der Tabelle 4. Aus den Ergebnissen ist klar ersichtlich, daß in keinem der Versuche die Wirkung der in äquivalenter Nährstoffmenge gereichten Mineraldünger geringer als die Wirkung des Stalldüngers war. Selbstverständlich ergab die Variante 4., also Stallmist und Mineraldünger einen höheren Ertrag als die nur mineralisch gedüngte Variante 3. Auf diese Tatsache pflegen jene hinzuweisen, die die Unentbehrlichkeit des Stalldüngers verkünden. Unsere Versuche zeigen aber klar, daß hierbei die Nährstoffwirkung entscheidend ist, da ja die Variante 5. bei der wiederum nur Mineraldünger gereicht wurde, den höchsten Ertrag

lieferte. In der Abbildung 2. stellten wir die Wirkung der einzelnen Varianten nach Gliedern der Fruchtfolgen für den Durchschnitt der Versuche dar. Aus der Abbildung geht hervor, daß bezüglich des Mais kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Düngungssystemen besteht. Bei den Halmfrüchten und den Rauhfutterpflanzen übertreffen die Mineraldüngervarianten 3 und 5 die Wirkung der Stallmistvarianten 2 und 4. Bei den Gliedern 3 und 4

Tabelle 4.

Zusammengefasste Ernteergebnisse der ersten Versuchs-Rotation

(1) Variante	A	B	C	D	E	F	G	H	(2) Durchschnitt
	1956-59	57-60	58-61	59-62	57-60	58-61	59-62	58-61	
1. ∅ G. W. dt/ha	145	132	156	136	143	147	122	142	140
2. # %	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3. NPK %	107	115	125	117	—	—	—	113	116
4. # + npk %	118	118	134	139	—	—	—	134	129
5. NPK + npk %	—	—	152	146	121	135	135	—	138
GD _{50/0} %	18	8	33	20	7	15	15	15	9

stellten wir die Ergebnisse der Futterernte der Schmetterlingsblütler enthaltenden Versuche ABE und der schmetterlingsblütlerlosen Varianten CDFG, wie auch die nachfolgenden Ergebnisse der Winterweizenernten getrennt dar. Es ist zu ersehen, daß auf diesen Bodentypen die Wirkung der Mineraldünger in den schmetterlingsblütlerlosen Fruchtfolgen noch höher ist als in den Schmet

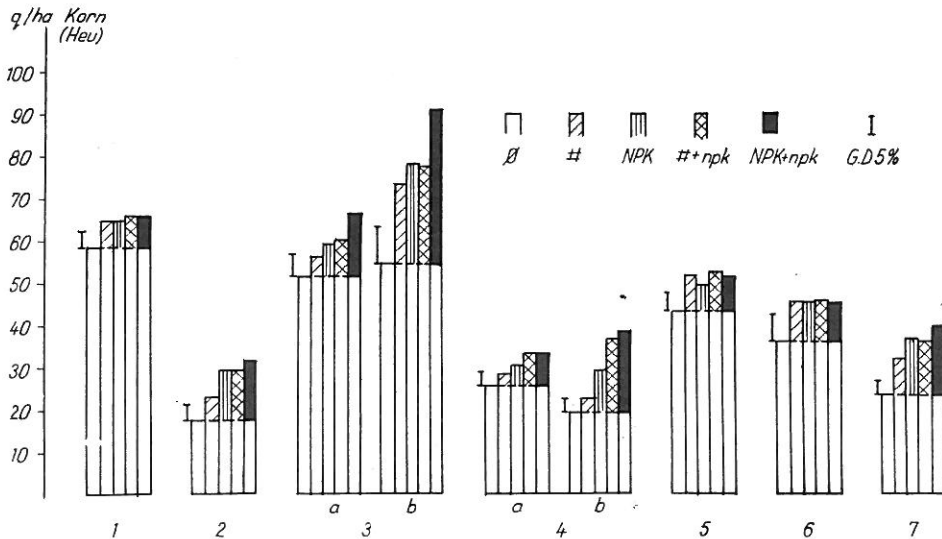


Abb. 2.

Die Wirkung der einzelnen Varianten nach Gliedern der Fruchtfolgen im Durchschnitt der Versuche. Fruchtfolgliedern: 1: Mais. 2: Winter Weizen und Sommer Gerste. 3 a) Wickhafer, b) Sudangras. 4: Winter Weizen nach a) Wickhafer, b) Sudangras. 5: Mais. 6: Mais. 7: Winter Weizen

terlingsblütler einschließenden Fruchtfolgen. Die Ursache dafür ist, daß auf diesen Schwarzerdeböden — obwohl deren Gesamtstickstoffvorrat nicht gering ist, — der Ernteertrag der Halmgetreide — vom Wasserfaktor abgesehen — in erster Linie von der im zeitlichen Frühjahr zur Verfügung stehenden aufnehmbaren Stickstoffmenge beeinflußt wird. Es ist ja bekannt, daß die organischen Stickstoffverbindungen des Stallmistes und die Stoppelreste der Schmetterlingsblütler nicht im Stande sind, den Stickstoffbedarf der Halmfrüchte in deren verhältnismäßig kurzen Vegetationsperiode in solchem Maße zu decken, wie die auf entsprechende Weise und zum entsprechenden Zeitpunkt anwendbaren anorganischen Stickstoffdünger.

Tabelle 5.

Nährstoff Ausnützung in der I. Rotation

(1) Variante	(2) Durch die Pflanzen aufgenommenen Nährstoffe kg/ha			(3) Nutzeffekt in % der zugeführten Nährstoffe		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. ∅	245	86	212	—	—	—
	Überschuss im Vergleich zu ∅					
2. #	51	20	54	25	18	17
3. NPK	105	29	93	50	25	29
4. # + npk	147	44	112	38	16	33
5. NPK + npk	203	49	170	52	18	52
GD _{50%}	23	7	25	← zwischen Variante 2 und 3		
	21	6	22	← zwischen Variante 4 und 5		

Die Richtigkeit dieser Hypothese unterstützen auch die in der Tabelle 5. mitgeteilten Angaben. Diese enthalten die Durchschnittsergebnisse der Analysen der oberirdischen Teile von aus 7 Versuchen stammenden, je vierjährigen — also insgesamt von 28 Ernten.

Die Berechnung des Nutzeffektes der einzelnen Nährstoffe wurde wie folgt ermittelt: Wir zogen vom Gesamtnährstoffgehalt der gedüngten Pflanzen den Gesamtnährstoffgehalt der ungedüngten Pflanzen ab; dann vergleichen wir den Mehrgehalt an Nährstoffen, den die Pflanzen unter Einwirkung der Düngemittel aufnahmen mit den in den Düngemitteln gereichten Mengen von Nährstoffen. Diese Verhältniszahl bezeichnen wir mit dem Ausdruck „Nutzeffekt“. Obwohl wir nicht feststellen können, welcher Teil des Mehrgehaltes an Nährstoffen aus dem Dünger, welcher aus dem Boden stammt, so ist es unzweifelhaft, daß die Mehraufnahme durch Einwirkung der Düngung erfolgte. Aus den Daten ergibt sich, daß übereinstimmend mit den Ergebnissen der unter humiden Klimaten durchgeführten Versuche in der vierjährigen Periode der Stickstoffgehalt der Mineraldüngemittel signifikant besser zur Geltung gelangt als der Stickstoffgehalt des Stallmistes. Auf diesem Bodentyp ist auch die Wirkung der Phosphorsäure im Superphosphat und des Kalis im 40 %-igen Kalisalz nicht schlechter als die Wirkung dieser Nährstoffe im Stallmist.

Da auf den Versuchsflächen eine systematische Stallmistdüngung nur vor 1945 erfolgte, können wir auf der Grundlage unserer bisher gewonnenen Ergebnisse mit Recht voraussetzen, daß auf ähnlichen Böden des Tschernosemtyps, wie wir es in den Versuchen geprüft haben, die für einen günstigen Wasserhaushalt und eine intensive mikrobiologische Tätigkeit notwendigen organischen

Stoffe durch den Humusvorrat dieser Böden zusammen mit dem aus den Wurzeln und Stoppelresten entstehenden Humus auf längere Zeit gesichert sind. Unter solchen Umständen kann die Fruchtbarkeit des Bodens durch entsprechenden Ersatz der Nährstoffe auch ohne Stallmistdüngung aufrechterhalten bzw. gesteigert werden.

Zusammenfassung

Wir stellten auf 2,5—3,5% Humus enthaltenden Tschernosemböden verschiedener Abarten in der Umgebung von Budapest Dauerversuche an, in denen wir die Wirkung organischer Düngemittel in verschiedenen Mengen und Qualitäten prüfen. Nach den bisher gewonnenen Ergebnissen erreichte bzw. übertrag die ertragsteigernde Wirkung der Mineräldüngemittel die Wirkung der gleichen Menge an Nährstoffen enthaltenden Stallmistgabe sowohl in Schmetterlingsblütler enthaltenden Fruchtfolgen, wie auch in jenen, die keine Schmetterlingsblütler einschließen.

The Fertility of Hungarian Chernozem Soils as Affected by Soil Nutrition Systems without Farmyard Manure

J. SARKADI, B. GYÖRFFY and H. BALLA

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

Summary

The effect of organic and mineral fertilizers of various dosage rates and composition was studied in long-term experiments conducted on several variants of chernozem soils with 2.5 to 3.5 per cent humus content S. W. of Budapest.

The major variants were the following:

1. No fertilizers (control).
2. 350 q/ha. farmyard manure once in 4 years.
3. An amount of NPK chemical fertilizers corresponding to the nutrient content of farmyard manure, annually.
4. Farmyard manure once in 4 years + chemical fertilizer application, annually.
5. Total soil nutrients included in the variant 4., given as chemical fertilizers only.

It is of common knowledge that soil fertility and/or effectivity of the individual fertilizing systems are influenced by stubble and root residues of plants and therefore the effects of soil nutrients will be studied in three types of crop rotation.

The first crop rotation includes, besides maize and wheat, 25 per cent forage legume mixture, the second 25 per cent Sudan grass while the third only cereals leaving little stubble and root residues of a wide C:N proportion (maize, winter wheat, summer barley).

According to the results obtained up to now (from 1955 to 1962) on the average of the first 4 year rotation of 8 trials, farmyard manure (variant No. 2) gave 16 per cent while NPK (variant No. 3) 29 per cent higher yields as compared with the control (no fertilizer).

The combined effect of farmyard manure and chemical fertilizers (variant No. 4) resulted in an excess yield of 38 per cent while the high dosage rate of chemical fertilizers (variant No. 5) in 47 per cent.

Examination of the individual courses and/or plants revealed that in the case of maize no significant differences occurred among the various soil nutrition systems. In cereals however, the controls involving chemical fertilizers (variants 3 and 5) exceeded the effects of the applications including farmyard manure (variants 2 and 4). It has been further established that in crop rotations without legumes the chemical fertilizer effect is still more important than in those containing legumes. This is due to the fact that in these chernozem soils — although their total N-content is by no means insufficient (0.13 to 0.21 per cent) — the yield of cereals is still influenced by nitrogen available in the spring more than by any other nutrient factors. The organic N-compounds of the farmyard manure and the root residues of legumes, however, can not provide for the nitrogen demands of the cereals of comparatively short growing season as

do nitrate fertilizers that can be applied in the proper way and in due time. Chemical analysis of the fertilizers supplied and of the crops harvested revealed that on the average of the experiments during each 4 year rotation nitrogen in the farmyard manure showed 25 per cent efficiency while chemical fertilizers 50 per cent. In this soil type the effects of superphosphate and sodium salts were not lower either than those of the P and K compounds in the farmyard manure.

Since there was no regular farmyard manuring in the experimental area since 1945, on the grounds of results obtained so far it can be justly assumed, that in chernozem soils similar to our experimental conditions organic matters needed for an advantageous water household and/or microbial activity are provided by the humus reserve of the soil and by the stubble and root residues respectively for a comparatively long period of at least 15 to 20 years. Under such conditions, with proper nutrient supply the soil fertility can be maintained and even increased without application of farmyard manure.

Table 1. Analytical result of the upper 20 cm. layer of the experimental plots.

Table 2. The order of the plants in the experiments. (1) Year. (2) Sign of the experiment.

Table 3. Amount of nutrients added to the soil (kg./ha.). (1) Variant. (2) Mean of the I. rotations. A—H Signs of the experiment.

Table 4. Combined crop yields of the first experimental rotation. For signs see Table 3.

Table 5. Nutrient utilization in the I. rotation. (1) Variant. (2) Nutrients taken up by the plants kg./ha. (3) Efficiency in per cent of the nutrients added.

Fig. 1. The typical soil profile on the experiment field.

Fig. 2. The effect of the treatments on the courses of rotation in average of the experiments. 1: Maize. 2: Winter Wheat and spring barley. 3: a) mixture of oats and vetch, b) Sudan grass. 4: Winter wheat, a) after the mixture of oats and vetch, b) after Sudan grass. 5: Maize. 6: Maize. 7: Winter wheat.

L'effet des systèmes de fumure sans fumier de ferme sur la fertilité des sol tchernoziom de la Hongrie

J. SARKADI, B. GYÖRFFY et H. BALLA

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

Résumé

Nous avons étudié par des expériences de longue durée sur plusieurs variétés de tchernozioms situés au sudouest de Budapest; contenant 2,5 à 3,5% d'humus, l'effet des fumures et des engrais de différentes qualités et appliqués dans des doses différentes.

Les variations les plus importantes ont été:

1. contrôle sans engrais,
2. 350 q/ha de fumier de ferme par 4 ans,
3. engrais NPK à teneur équivalente de principes à celle du fumier de ferme, par an,
4. fumier de ferme tous les 4 ans + engrais chaque année,
5. la totalité des principes nutritifs de la variante 4. en forme d'engrais seule.

Il est connu que la fertilité du sol, c'est-à-dire l'efficacité des divers systèmes de fumure, est influencés aussi par les restes de chaumes et de racines des plantes, c'est pourquoi nous avons étudié l'effet des engrais dans trois types de rotation.

Dans la première figurent, outre le maïs et le blé 25% de mélange fourrager à papillonacées dans la deuxième 25% de gros fourrage sans papillonacées (sorgho soudanais), dans la troisième seulement des plantes à grains (maïs, blé d'automne, orge de printemps) qui ne laissent que peu résidus avec un rapport C/N large.

Selon nos résultats obtenus jusqu'ici (1955 à 1962) dans la première rotation de 4 dans de 8 expériences le fumier de ferme (2. variante) a donné un excédent de 16%, l'engrais NPK (3. variante) un excédent de 29%, comparé à la parcelle non fumée.

Le fumier de ferme et les engrais appliqués ensemble (4. variante) ont donné un excédent 38%, tandis que la haute dose d'engrais (5. variante) a produit un excédent de 47%.

En analysant les divers secteurs et les diverses plantes, respectivement, dans le cas du maïs il n'y avait pas de différence significative entre les divers systèmes de fumure

Dans le cas des graminées et des gros fourrages par contre, les parcelles à engrais (3. et 5. var.) ont dépassé l'effet du fumier de ferme (2. et 4. var.). L'on peut aussi constater, que dans les rotations sans papillonacées l'effet des engrais est plus grand que dans ceux qui en renforcent. La cause en est, que sur ces tchernozioms, quoique leur teneur totale en azote n'est pas petite (0,13—0,21%), le rendement des graminées est influencé en premier lieu, parmi les facteurs alimentaire par l'azote assimilable disponible au commencement du printemps. Or, les composés organiques azotés du fumier de ferme et des restes des racines des papillonacées ne peuvent pas satisfaire au besoin d'azoté des graminées de développement relativement court, comme les engrais appliqués de mode et en temps convenables. L'analyse chimique des engrais et des plantes rentrées, respectivement, a démontré que dans la moyenne des expériences, pendant chacune des rotations de 4 ans, 25% de l'azote du fumier de ferme et 50% de celui des engrais ont été utilisés. Sur ce type de sol l'effet du superphosphate et du sel de potasse n'a pas été inférieur à celui des composés phosphatiques et potassiques du fumier de ferme.

Comme notre terrain d'expériences n'a été fumé régulièrement qu'avant 1945 nous pouvons admettre que, sur des sols tchernoziom ressemblant à ceux de notre champ d'expérience les matières organiques nécessaires pour maintenir un régime d'eau favorable et l'activité des microorganismes, peuvent être assurées, pour 15 à 20 années au moins, par les restes des chaumes et des racines. Dans ces circonstances l'on peut maintenir et même accroître la fertilité du sol sans l'emploi du fumier de ferme, en supplémentant les principes nutritifs par des engrais.

Tableau 1. Analyse de la couche supérieure de 20 cm des parcelles de l'expérience.

Tableau 2. Succession des plantes dans les expériences. (1) Année. (2) Désignation de l'expérience.

Tableau 3. Quantités des matières nutritives ajoutées au-sol (kg/ha). (1) Variante.

(2) Moyenne des I-es rotations. A—H Signe de l'expérience.

Tableau 4. Résumé des rendements obtenus dans la première rotation. Pour les signes voir Tabl. 3.

Tableau 5. Utilisation des matières nutritives dans la I-e rotation. (1) Variante.

(2) Matières nutritives adsorbées par la plante (kg/ha). (3) Utilisation en % des matières nutritives appliquées.

Figure 1. Profil caractéristique du terrain des expériences.

Figure 2. Effet des divers traitements par sections des assolements, moyennes des expériences. 1: Maïs. 2: Blé d'automne et orge de printemps. 3: a) vesce et avoine, b) sorgho soudanais. 4: Blé d'automne: a) après vesce et avoine, b) après sorgho soudanais. 5: Maïs. 6: Maïs. 7: Blé d'automne.

Влияние систем удобрений без навоза на плодородие черноземов Венгрии

Я. ШАРКАДИ, Б. ДЬЁРФИ и Х. БАЛЛА

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

Резюме

В районе на юго-запад от Будапешта, на различных разновидностях чернозема (содержание гумуса 2,5—3,5%) в стационарных опытах исследовали действие органических и минеральных удобрений в разных дозах и различного качества. Варианты опытов были следующими: 1. Контроль без удобрения. 2. 350 ц/га навоза через каждые четыре года. 3. Полные минеральные удобрения (N, P, K), отвечающие содержанию питательных веществ в навозе (ежегодно). 4. Навоз через каждые четыре года + минеральные удобрения ежегодно. 5. Питательные вещества, вносимые в варианте 4, но в форме минеральных удобрений.

Известно, что на плодородие почвы или на эффективность различных систем удобрений влияют пожнивные и корневые остатки растений, поэтому действие удобрений изучалось нами в севооборотах трех типов: В первом севообороте кроме кукурузы и пшеницы имелось 25% бобовой кормовой смеси, во-втором — 25% суданская трава. В третий севооборот входили только такие культуры, которые оставляют после себя минимальное количество пожнивных и корневых остатков (кукуруза, озимая пшеница, яровой ячмень).

По полученным данным (1955—1962 гг.) в первой четырехлетней ротации 8 опытов навоз (вариант № 2) повысил урожай по сравнению с контрольной делянкой на 16%, а

полное минеральное удобрение (вариант № 3) на 29% Совместное применение навоза и минеральных удобрений (вариант № 4) дало 38%, а высокая доза минеральных удобрений (вариант 5) дала 47% прибавки урожая.

В отношении отдельных культур можно сказать, что урожай кукурузы показывал достоверные различия при различных системах удобрения. У зерновых и кормовых культур в вариантах с минеральными удобрениями (№ 3 и № 5) урожай был выше, чем в вариантах с навозом (№ 2, № 4). Действие минеральных удобрений в севооборотах без бобовых культур еще значительнее. Причина этого в том, что хотя общее количество азота в этих почвах немалое (0,13—0,21), урожай зерновых культур определяется количеством усвояемого азота ранней весной. Органические соединения азота, содержащиеся в навозе и корневых остатках бобовых культур, не могут удовлетворить до такой степени потребность в азоте зерновых культур, имеющих сравнительно короткий вегетационный период, как во время и соответствующим методом внесенные азотные минеральные удобрения. Химические анализы вносимых удобрений и урожая показали, что за четыре года азот навоза использовался растениями на 25%, а азот минеральных удобрений на 50%. На данных типах почвы эффективность суперфосфата и калийной соли не уступала эффективности фосфорных и калийных соединений навоза.

Так как на подопытной территории навоз систематически вносился только до 1945 года, на основе полученных нами данных можно предположить, что в подобных условиях на черноземных почвах запас гумуса, пожнивных и корневых остатков на длительное время могут обеспечить почвы количеством органических веществ, необходимых для биологической деятельности и благоприятного водного режима.

Табл. 1. Данные анализа поверхностного слоя (20 см) почв опытных делянок.

Табл. 2. Чередование растений в опытах. (1) Год. (2) Обозначение опыта.

Табл. 3. Количество внесенных в почву питательных веществ. (1) Варианты. (2) Среднее значение первого севооборота. А—Н обозначения опыта.

Табл. 4. Сумма урожаев первого опытного севооборота. Обозначения см. в табл. 3.

Табл. 5. Использование питательных веществ в первом севообороте. (1) Варианты. (2) Количество усвоенных растениями питательных веществ в кг/га. (3) Коэффициент использования в % от количества внесенных питательных веществ.

Рис. 1. Характерные почвенные разрезы опытного участка.

Рис. 2. Эффект от отдельных вариантов по полям севооборота, отнесенный к средним значениям опыта.