

A műtrágyázás tartós alkalmazásának hatása a talaj néhány kémiai tulajdonságára és a termésre

SIPOS SÁNDOR és PATÓCS IMRE

*Agrártudományi Egyetem, Földműveléstan és
Növénytermesztéstan Tanszék, Gödöllő és
Talajművelési Kutató Intézet, Karcag*

A tápanyagellátás igen jelentős tényező a növények potenciális termőképességét megközelítő termések elérésében. A szántóföldi növénytermesztésben a szükséges tápanyagokat nagyobb részben ma már műtrágyákkal biztosítjuk, sőt egyre jelentősebb arányt képviselnek azok a területek egy gazdaságon belül is, ahol csak műtrágyákat alkalmaznak.

Irodalmi adatok is bizonyítják, hogy a műtrágyákban kiszórt tápanyagok növény által fel nem vett hányada — az egyéb veszteségeket leszámítva — növeli a talajok könnyen „felvehető” (oldható) NPK-készletét [3, 5, 6, 8, 9, 16, 17]. A növekedés mértékét nagyban meghatározzák a talajviszonyok, a termesztett növény tápanyagigénye, valamint a trágyázás szintje.

A műtrágyák egy része fiziológiailag savanyú hatásuk, valamint a bennük levő „töltőanyagok” eredményeként nagy dózisok alkalmazása esetén talajsavanyodást idéz elő [1, 2, 4, 7, 10, 12, 13, 14]. A végbemenő változás még erőteljesebb, ha rendszeresen, huzamosabb időn keresztül használjuk a savanyúan ható nagy műtrágya-adagokat [5, 10, 14, 15].

E megfontolásokat figyelembe véve határoztuk meg tartamkísérleteinkben az alkalmazott műtrágya-adagok talajsavanyúságra, valamint a könnyen „felvehető” (oldható) NPK-tartalomra kifejtett hatását.

Vizsgálati anyag és módszerek

Három talajtípuson — réti csernozjom-, sztyeppesedő réti szolonyec (Karcag) és réti talajokon (Hosszúhátai Állami Gazdaság) — beállított tartamkísérletek 0–25 cm-es rétegéből vett talajmintákon végeztünk KCl-oldható nitrogén, AL—oldható foszfor és kálium, valamint pH és y_1 vizsgálatokat 1973-ban. Csernozjom- és szikes talajon 1963-ban, réti talajon pedig 1968-ban állítottuk be az említett kísérleteket.

Kísérleteinkben különböző műtrágya-adagok — trágyázatlan kontroll, közepes és nagyobb adag — hatását vizsgáltuk a fentiekben leírt talajtulajdonságok változására. A kísérletek beállításától kiszórásra került műtrágya-hatóanyag összegeket (q/ha) az 1. táblázat tartalmazza.

Csernozjom- és szikes talajon 1963–70 között pétisót használtunk és csak 1970-től alkalmaztunk ammónium-nitrátot, réti talajon viszont mindvégig (1968–73) ammónium-nitrát szerepelt.

1. táblázat

A kísérletekben kiszórt műtrágya-hatóanyag mennyisége, q/ha

(1) Talajtípus és év	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		(2) NPK összesen	
	A	B	A	B	A	B	A	B
a) Réti csernozjom, 1963—73.	7,6	13,2	3,2	5,6	4,6	9,6	15,4	28,4
b) Sztyeppesedő réti szolonyec, 1963—73.	5,0	11,2	2,4	5,4	1,9	7,4	9,3	24,0
c) Réti talaj, 1968—73.	3,8	6,7	1,7	3,0	2,6	5,1	8,1	14,8

A műtrágyákban található „töltőanyag”-mennyiségeket a 2. táblázatban közöljük. A számításokat PECZNIK és DEBRECZENI [11] által közölt adatok alapján végeztük el.

A mintavételeket 1973 májusában, illetve szeptemberében végeztük a kontroll, a közepes (NPK/A), valamint a nagy műtrágya-adagban (NPK/B) részesült kezelésekben, és meghatároztuk a KCl-oldható nitrogén-, AL-oldható foszfor- és káliumtartalmat, valamint a pH és y_1 értékeket. A könnyen oldható nitrogént közvetlenül a mintavételek után, a P₂O₅, K₂O, pH és y_1 értékeket pedig egyszerre, 1973. végén határoztuk meg.

Mindkét mintavétel alkalmával minden kezelésben — trágyázatlan kontroll, közepes és nagy műtrágya-adagban részesült parcellák — a könnyen „felvehető” (oldható) NPK-t 40—40, a pH (H₂O és KCl), valamint y_1 értéket pedig 12—12 helyről megvett mintákon határoztuk meg.

Kísérleti eredmények

a) *Csernozjom talaj* (mély humuszrétegű, mélyben karbonátos réti csernozjom löszös agyagon).

A több éven keresztül alkalmazott műtrágya-adagok hatását a talaj könnyen „felvehető” NPK-tartalmára, valamint a pH és a hidrolitos aciditás alakulására az 1/A, B, C, D, E, F. ábra tartalmazza.

A májusi mintavétel alkalmával a könnyen „felvehető” (oldható) NPK-tartalom a közepes és a nagy műtrágya-adagok hatására — a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva — növekvő tendenciát mutat. Megbízható különbséget azonban csak a nagy műtrágya-adag hatásaként lehet kimutatni. Hasonló tendencia érvényesül a szeptemberben vett talajminták könnyen „felvehető” NPK-tartalma esetében is. Megjegyzendő még, hogy a nitrogén- és a foszfortartalom tavasszal magasabb értékeket mutat, mint nyár végén. A kálium esetében változó tendencia érvényesül.

A több éven keresztül alkalmazott savanyúan ható műtrágyák eredményeként (ammónium-nitrát, szuperfoszfát, kálisó) a talaj 0—25 cm-es rétegében savanyodás figyelhető meg úgy a májusi, mint a szeptemberi mintavétel alkalmával. A közepes és a nagy műtrágya-adagok hatására — a trágyá-

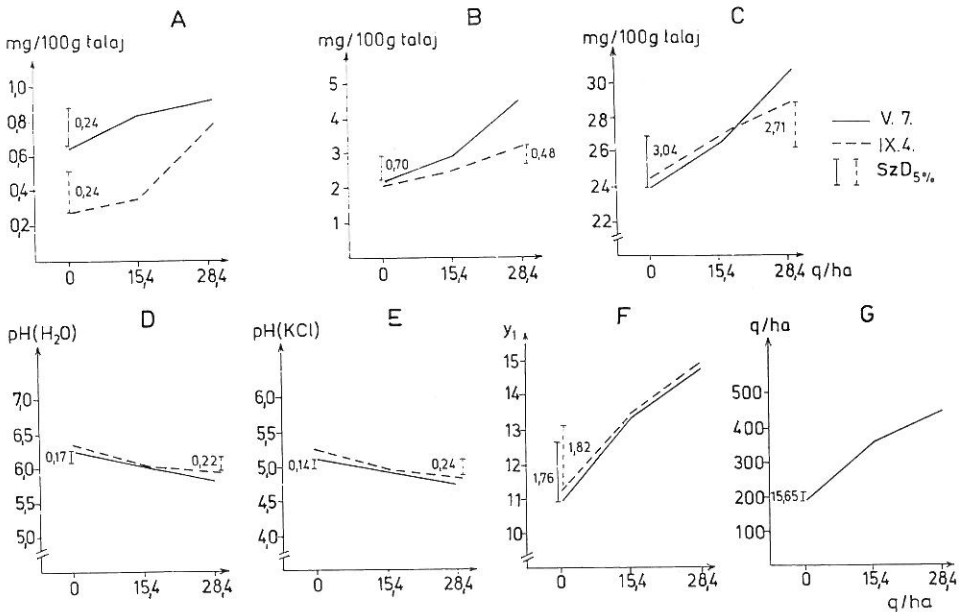
2. táblázat

A kiadagolt műtrágyák „töltőanyag” mennyiségei, q/ha

(1) Talajtípus és év	(2) Pétisó*		(3) Szuperfoszfát**		(4) Kálisó***	
	A	B	A	B	A	B
a) Réti csernozjom, 1963—73.	11,9	19,6	7,2	12,5	2,6	5,3
b) Szttyepesedő réti szolonyec, 1963—73.	7,4	17,5	5,6	12,2	1,2	4,0
c) Réti talaj, 1968—73.	—	—	3,7	6,6	1,4	2,8

* Pétisó 40% CaCO₃ „töltőanyagot” tartalmaz
 ** Szuperfoszfát 40% CaSO₄ · 2H₂O „töltőanyagot” tartalmaz
 *** Kálisó 21% NaCl „töltőanyagot” tartalmaz

zatlan kontrollhoz képest — szignifikánsan csökken a desztillált vízben, valamint a KCl-oldatban meghatározott pH, és ennek megfelelően megbízhatóan növekszik a talaj hidrolitos aciditás értéke (1/D, F, E. ábra). A trágya-adagok, valamint ezek hatására megnövekedett könnyen „felvehető” (oldható) táp-



1. ábra

Műtrágyázás hatása a réti csernozjom talaj néhány kémiai tulajdonságának változására és a termésre (1973). Vízszintek: trágyaszintek (kontroll, közepes és nagy adag). A) KCl-oldható N; B) AL-oldható P₂O₅; C) AL-oldható K₂O; D) pH(H₂O); E) pH (KCl); F) y₁ (hidrolitos aciditás); G) Cukorrépatermés, q/ha

anyagtartalom eredményeként szignifikáns termésmenökedést kaptunk (1/G. ábra).

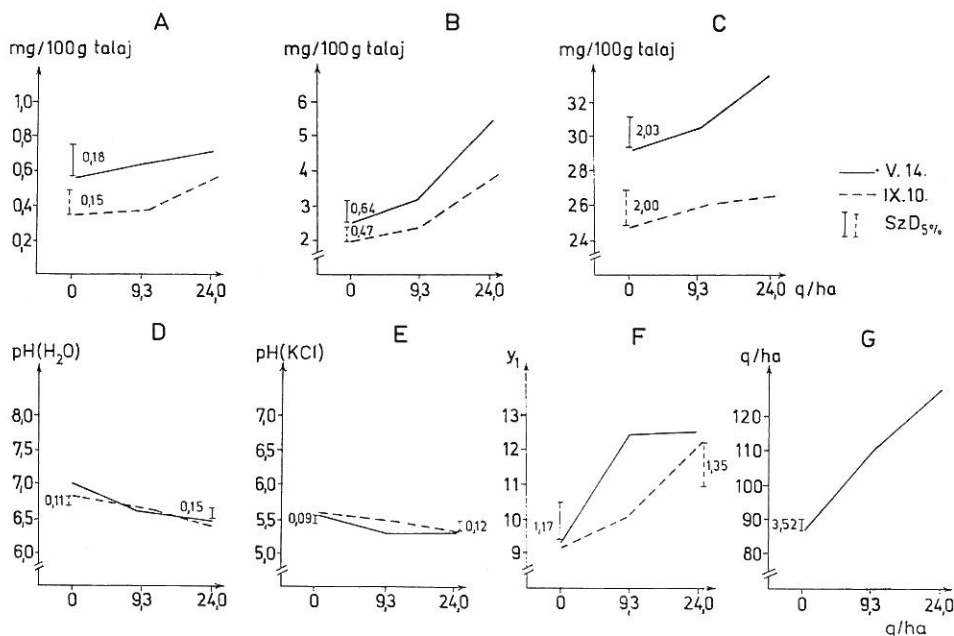
A pH csökkenés, illetve y_1 érték növekedés még nem befolyásolta megbízhatóan károsan a termést, azonban feltételezhető, hogy a savanyodás a megnövekedett tápanyagtartalom termésmenökítő hatását némileg tompította.

b) *Sztyeppesedő réti szolonyec* (lössös agyagon).

Az 1963-tól alkalmazott műtrágya-adagok hatását a talaj könnyen „felvehető” (oldható) NPK-tartalmára, valamint a pH és a hidrolitos aciditás alakulására a 2/A, B, C, D, E, F. ábra tartalmazza. A KCl-oldható nitrogén, valamint az AL-oldható foszfor- és káliumtartalom tavasszal nagyobb, mint ősszel.

A májusi mintavétel alkalmával a könnyen „felvehető” (oldható) NPK mennyisége a közepes és a nagy műtrágya-adagok hatására — a trágyázatlan kontrollhoz képest — növekvő tendenciát mutat. Megbízható különbséget azonban csak a nagy műtrágya-adag hatására lehet kimutatni. Hasonló tendencia tapasztalható a szeptemberben vett talajminták könnyen „felvehető” tápanyagtartalma esetében is.

A több éven keresztül alkalmazott savanyúan ható műtrágyák eredményeként (szuperfoszfát, kálisó, ammónium-nitrát) a talaj 0–25 cm-es réte-



2. ábra

Műtrágyázás hatása a réti szolonyec talaj néhány kémiai tulajdonságának változására és a termésre. (1973) G) Hibrid szudánifütermés (száraz anyag), q/ha.

Jelzéseket lásd 1. ábra

gében savanyodás figyelhető meg, úgy a májusi, mint a szeptemberi mintavétel alkalmával.

A közepes, valamint a nagy műtrágya-adagok hatására — a trágyázatlan kontrollhoz képest — az esetek nagy többségében megbízhatóan csökken a desztillált vízben, valamint a KCl-oldatban mért pH érték és ennek megfelelően növekszik a talaj hidrolitos aciditása (2/D, E, F. ábra).

Megjegyzendő még, hogy a májusi mintavétel alkalmával valamivel nagyobb savanyodást észleltünk, mint szeptemberben.

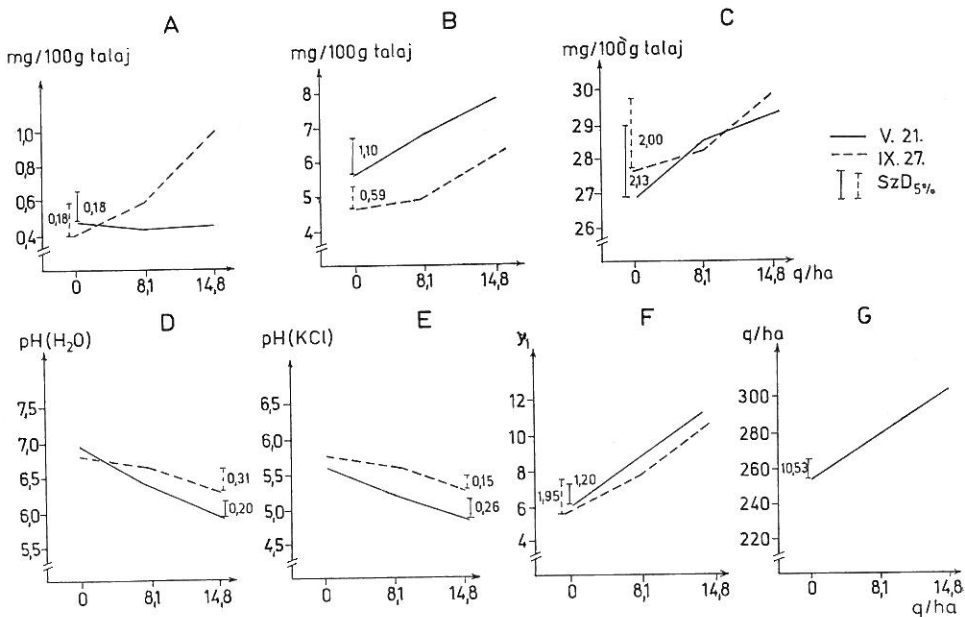
E tény a fiziológiailag savanyúan ható műtrágyák savanyító hatásának csökkenésével, valamint a talaj pufferképességének érvényesülésével magyarázható.

Hasonlóképpen, mint a réti csernozjom talaj esetében, a trágya-adagok, valamint ezek hatására megnövekedett könnyen „felvehető” (oldható) tápanyagtartalom eredményeként szignifikáns termésmenökedés figyelhető meg (2/G. ábra).

A réti csernozjom talaj esetében a talajsavanyúságra, valamint a termés közötti összefüggésre leírt megállapításunk itt is érvényes.

c) Közepes humuszrteggű, közepesen karbonátos réti agyagtalaj

Az 1968-tól alkalmazott műtrágya-adagok a talaj könnyen „felvehető” (oldható) NPK-tartalmára, valamint a pH és a hidrolitos aciditás értékek alakulására kifejtett hatását a 3/A, B, C, D, E, F. ábrán mutatjuk be.



3. ábra

Műtrágyázás hatása a réti talaj néhány kémiai tulajdonságának változására és a termésre (1973). Jelzéseket lásd 1. ábra

Hasonlóképpen, mint az előbbieken leírt két talajtípus esetében, itt is a könnyen „felvehető” NPK-tartalom a közepes, valamint a nagy műtrágya-adagok hatására — a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva — növekvő tendenciát mutat. Megbízható különbséget azonban általában csak a nagy műtrágya-adagban részesült parcellák talajában lehet kimutatni.

Megjegyzendő még, hogy a két mintavételi időpontban meghatározott tápanyagtartalmat összehasonlítva — eltérően a másik két talajtípustól — csak a foszfor esetében mutatható ki nagyobb mennyiség a tavasszal vett minták javára.

Az öt éven keresztül alkalmazott savanyúan ható műtrágyák eredményeként a talaj 0—25 cm-es rétegében savanyodás figyelhető meg, mind a tavaszi, mind az őszi mintavétel alkalmával. A közepes, valamint a nagy műtrágya-adagok hatására — a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva — szignifikánsan csökken a pH és ennek megfelelően minden esetben megbízhatóan növekszik az y_1 érték (3/D, E, F. ábra).

Ö s s z e f o g l a l á s

Három talajtípuson beállított tartamkísérletben a 0—25 cm-es talajrétegből vett mintákon vizsgáltuk a több éven keresztül alkalmazott műtrágya-adagok hatását a talaj KCl-oldható nitrogén, AL-oldható foszfor- és kálium, valamint a pH és hidrolitos aciditás alakulására kétszeri mintavétellel (május és szeptember) 1973-ban. Az eredményeket a következőkben foglaljuk össze:

1. Mindhárom talajtípuson a könnyen „felvehető” (oldható) NPK-tartalom a közepes, valamint nagy műtrágya-adagok eredményeként — a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva — növekvő tendenciát mutat. Megbízható különbségeket azonban általában csak a nagy műtrágya-adagok hatására lehet kimutatni.

Megjegyzendő, hogy — néhány kivételtől eltekintve — a könnyen „felvehető” NPK-tartalom a májusi mintavétel alkalmával nagyobb, mint szeptemberben.

2. Megállapítható, hogy mindhárom talajtípus káliumban jól ellátott, a foszfor mennyisége viszont esetenként — a csernozjom- és a szikes talajon — igen kevés.

3. A vizsgált talajokon a több éven keresztül alkalmazott savanyúan ható műtrágyák (ammónium-nitrát, szuperfoszfát, kálisó) eredményeként a talaj 0—25 cm-es rétegében savanyodás figyelhető meg mindkét mintavételi időpontban. A közepes, valamint a nagy műtrágya-adagok hatására a pH csökken, az y_1 érték pedig növekszik.

E tekintetben tehát nem elhanyagolható a fiziológiailag savanyú ammónium-nitrát, valamint a szuperfoszfát gipsz- és a kálisó NaCl-tartalma (2. táblázat).

A péti sóval „töltőanyagként” kiszórt CaCO_3 -mennyiség ellenére az említett műtrágyák a talajok savanyodásához vezettek.

4. Mivel hazánkban tömegesen az ammónium-nitrát, szuperfoszfát és kálisó savanyúan ható műtrágyákat alkalmazzák, néhol már 400—800 kg/ha hatóanyag-mennyiségben, javasoljuk e területek időszakonkénti megvizsgálá-

sát és szükség esetén meszezés alkalmazását, különösen a felső rétegükben CaCO_3 -ot nem tartalmazó talajokon.

5. Mindhárom talajtípuson a vizsgálat évében a trágya-adagok hatására megnövekedett könnyen „felvehető” (oldható) NPK-tartalom eredményeként szignifikáns termésmnövekedést kaptunk. A talaj savanyúságának növekedése még nem befolyásolta megbízhatóan károsan a termést, azonban feltételezhető, hogy a savanyodás a megnövekedett tápanyagtartalom termésmnövelő hatását némileg tompította.

Irodalom

- [1] Beszámoló a „Talajtermékenység fokozása alapvetően új irányok kidolgozásával” tárgyú országos szintű kutatási célprogram 1973. évi eredményeiről. Összeállította: Denke J. Budapest. 1974.
- [2] CHANDER, H. & ABROL, I. P.: Effect of three nitrogenous fertilizers on the solution composition of a saline sodic soil. *Commun. Soil Sci. Pl. Anal.* **3.** (1) 51–56. 1972.
- [3] DRAYCOTT, A. P., DURRANT, M. J. & WEBB, D. J.: Long-term effects of fertilizers at Broonis Barn, 1965–70. *Rep. Rothamsted Exp. Stn. Harpenden.* (2) 155–164. 1971.
- [4] FELIZARDO, B. C., BENSON, N. R. & CHENG, H. H.: Nitrogen, salinity, and acidity distribution in an irrigated orchard soil as affected by placement of nitrogen fertilizers. *Soil Sci. Amer. Proc.* **36.** 803–808. 1972.
- [5] KERSCHENBERGER, M. & RICHTER, D.: Untersuchungen zur Erhöhung des P-Gehaltes im Boden (DL-Methode). *Arch. Acker-Pflbau. Bodenk.* **16.** 916–919. 1972.
- [6] LUTZ, J. A. & JONES, G. D.: Crop yields and available P and K in soil as affected by sixteen annual applications of N, P, K fertilizers. *J. Indian Soc. Soil Sci.* **19.** 269–274. 1971.
- [7] MELLO, F. A. F. & ANDRADE, R. G.: A influencia de alguns adubos nitrogenados sobre o pH do solo. *Rev. Agric. Piracicaba,* **48.** (2–3) 69–78. 1973.
- [8] PATÓCS, I.: A talajművelési rendszerek és a műtrágyázás hatása a talaj könnyen „felvehető” NPK-tartalmára. Egyetemi doktori értekezés. Gödöllő. 1974.
- [9] PATÓCS, I.: Művelési módok és a trágyázás hatása a csernozjom talaj könnyen „felvehető” NPK-tartalmára. *Talajtermékenység.* **5.** 97–114. 1974.
- [10] PATÓCS, I.: Előzetes témabeszámoló és működési tájékoztató az 1973. évben végzett kutatásról. Karcag. Kézirat. 1974.
- [11] PECZNIK, J. & DEBRECZENI, B.: *Agrokémia.* Budapest. 1972.
- [12] POWELL, R. D. & WEBB, J. R.: Effect of high rates of N, P, K fertilizer on corn (*Zea mays* L.) grain yield. *Agron. J.* **64.** 653–656. 1972.
- [13] POWER, J. F. et al.: Effect of nitrogen source on corn and bromegrass production, soil pH, and inorganic soil nitrogen. *Agron. J.* **64.** 341–344. 1972.
- [14] SCHMITT, L. & BRAUER, A.: Mehrnährstoffdünger oder Einzeldünger? *Mitt. dtsh Landw.Ges.* **87.** 972–974. 1972.
- [15] SIPOS, S.: A talajművelési rendszerek és a trágyázás hatása a napraforgó termésére. *Talajtermékenység.* **5.** 67–82. 1974.
- [16] WADDINGTON, D. V., MOBERG, E. L. & DUICH, J. M.: Effect of N source, K source, and K rate on soil nutrient levels and the growth and elemental composition of pennecross creeping bentgrass, *Agrostis palustris* Huds. *Agron. J.* **64.** 562–566. 1972.
- [17] ZABAVSZKAJA, K. M.: Vlijanie dlitel'nogo primenenija K udobrenij na prevrascsenije form kalija v dervnopodzolisztjioj tjazselo-szuglinisztjioj pocsve. *Him. Szel. Hoz. Moszkva.* **10.** (9) 10–14. 1972.

Érkezett: 1975. március 24.

Soil Chemical Properties and Crop Yields as Affected by Continuous Fertilizing

S. SIPOS and I. PATÓCS

Department of Agronomy and Crop Production, University of Agricultural Sciences, Gödöllő and Research Institute for Soil Cultivation, Karcag (Hungary)

Summary

Long-term experiments were conducted on 3 different soil types (meadow chernozem, meadow solonetz turning into steppe formation, meadow soil) to study the changes occurring in the KCl soluble nitrogen, AL-soluble phosphorus and potassium contents, in the pH values and in the hydrolytic acidity due to different NPK rates. Samples taken from the 0—25 cm soil layers in May and in September were used for the chemical analyses.

It was only in the case of higher fertilizer rates that statistically significant increases in the readily available NPK contents of these soils could be established.

As indicated by the values of hydrolytic acidity and pH, continued fertilizing caused a considerable acidification of the soil the measure of which was increased by the higher fertilizer doses.

In Hungary, fertilizers (such as ammonium nitrate, superphosphate and muriate of potash) are used commonly and in increasing rates. For this reason the periodic analysis of the soils and, if necessary, their liming seem to be advisable.

Table 1. Applied fertilizer doses, q/ha. (1) Soil type and year. (2) Total NPK. A) Medium dose. B) High dose. a) Meadow chernozem, 1963—1973. b) Meadow solonetz turning into steppe formation, 1963—1973. c) Meadow soil, 1968—1973.

Table 2. „Carrier” materials in the applied fertilizers, q/ha. (1) Soil type and year. (2) Calcium ammonium nitrate containing 40% of CaCO₃; (3) Superphosphate containing 40% of CaSO₄ · 2H₂O; (4) Muriate of potash containing 21% of NaCl. a)—c): see Table 1.

Fig. 1. Changes in the chemical properties of a meadow chernozem and in the crop yields due to fertilizing (1973). Vertical axis: fertilizer doses (control, medium and high doses). A. KCl-soluble N; B. AL-soluble P₂O₅ and C. AL-soluble K₂O, mg/100 g soil. D. pH (H₂O). E. pH (KCl). F. Hydrolytic acidity, y₁. G. Sugar-beet yield, q/ha.

Fig. 2. Changes in the chemical properties of a meadow solonetz and in the crop yields due to fertilizing (1973). G. Hybrid Sudan grass (dry matter yield), q/ha. Vertical axis and A.-F. see: Fig. 1.

Fig. 3. Changes in the chemical properties of a meadow soil and in the crop yields due to fertilizing (1973). Vertical axis and A.-F. see: Fig. 1.

Änderungen einiger Bodenkennzahlen und der Erträge in Düngungsdauerversuchen

S. SIPOS und I. PATÓCS

Lehrstuhl für Acker- und Pflanzenbau, Universität der Agrarwissenschaften, Gödöllő und Forschungsinstitut für Bodenbearbeitung, Karcag (Ungarn)

Zusammenfassung

In Düngungsdauerversuchen auf Wiesentschernosem, versteppendem Wiesen-solonetz und Wiesenboden wurden die Änderungen des KCl-löslichen Stickstoffgehaltes, des AL-löslichen Phosphor- und Kaligehaltes, des pH-Wertes und der hydrolytischen Azidität als Funktion von hohen NPK-Düngergaben bestimmt. Die chemische Analyse wurde mit aus der 0—25 cm Bodenschicht im Mai und im September genommenen Bodenproben durchgeführt.

Im Falle aller drei Bodentypen konnte nur bei den hohen Düngergaben ein statistisch gesicherter Anstieg im leichtlöslichen N-, P- und K-Gehalt nachgewiesen werden.

Die regelmässige Minereraldüngung verursachte einen bedeutenden Anstieg der Azidität, wie dies aus den pH- und hydrolytischen Aziditätswerte zu ersehen ist. Das Ausmass der Azidität nahm mit der Erhöhung der Düngergaben zu.

Da in Ungarn die sauer wirkenden Mineraldünger, wie Ammoniumnitrat, Superphosphat und 40er Kali, systematisch und in immer ansteigenden Mengen verwendet werden, wird die periodische Untersuchung der Böden und nötigenfalls ihre Kalkung als wichtig geschätzt.

Tab. 1. Menge der in den Versuchen angewendeten Düngerwirkstoffe, dt/ha. (1) Bodentyp und Jahr. (2) Gesamt-NPK. A) Mittlere Gabe. B) Hohe Gabe. a) Wiesentschernosem 1963—1973. b) Versteppender Wiesensolonetz, 1963—73. c) Wiesenboden 1968—1973.

Tab. 2. Menge der mit den Düngemitteln ausgebrachten „Begleitstoffen“, dt/ha. (1) Bodentyp und Jahr. (2) Kalkammonsalpeter mit 40% CaCO_3 ; (3) Superphosphat mit 40% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; (4) Kalisalz mit 21% NaCl-Gehalt. a)—c): s. Tab. 1.

Abb. 1. Einfluss der Mineraldüngung auf die Bodenkennwerte und den Ertrag im Falle eines Wiesentschernosembodens (1973). Abscissen: Düngergaben (Kontrolle, mittlere und hohe Gabe). A) KCl-löslicher Stickstoff; B) AL-lösliches P_2O_5 und C) AL-lösliches K_2O mg/100 g Boden. D) pH (H_2O). E) pH (KCl). F) Hydrolytische Azidität, γ_1 ; G) Zuckerrübenenertrag, dt/ha.

Abb. 2. Einfluss der Mineraldüngung auf die Bodenkennwerte und den Ertrag im Falle eines Wiesensolonetzbodens (1973). G) Hybrid Sudangras (Trockensubstanz), dt/ha. Übrige Bezeichnungen s. unter Abb. 1.

Abb. 3. Einfluss der Mineraldüngung auf die Bodenkennwerte und den Ertrag im Falle eines Wiesenbodens (1973). Bezeichnungen s. unter Abb. 1.

Влияние длительного применения минеральных удобрений на некоторые химические свойства почвы и урожай сельскохозяйственных культур

Ш. ШИПОШ и И. ПАТОЧ

Кафедра земледелия и растениеводства Аграрного Университета, Гёдёллэ и Научно-исследовательский Институт Обработки почвы, Карцаг (Венгрия)

Резюме

В продолжительных опытах, заложенных на луговом черноземе, остепняющимся луговом солонце и луговой почве, изучали влияние различных доз внесения NPK — минеральных удобрений на изменение содержания в почве азота, растворимого в KCl, AL-растворимых фосфора и калия, а также на изменение pH и гидролитической кислотности.

Содержание легкорастворимых NPK во всех трех почвах по сравнению с контролем достоверно повышалось только при внесении высоких доз минеральных удобрений (что было подтверждено математически).

Относительно гидролитической кислотности и pH можно сказать, что длительное применение минеральных удобрений привело к значительному подкислению почвы. Увеличение кислотности почв наблюдалось с увеличением доз вносимых минеральных удобрений.

Поскольку в нашей стране систематически и в увеличивающихся количествах используют нитрат аммония, суперфосфат и калийную соль с кислой реакцией среды, мы считаем нужным на полях, получающих эти удобрения, проводить периодически химические исследования и, по необходимости, известковать эти почвы.

Табл. 1. Количество действующих начал минеральных удобрений, использованных в опытах в ц/га. (1) Тип почвы и год. (2) Всего NPK. A) Средняя доза. B) Высокая доза. a) Луговой чернозем, 1963—1973. b) Остепняющийся луговой солонец 1963—1973. c) Луговая почва 1968—1973.

Табл. 2. Количество «балласта» в использованных минеральных удобрениях в ц/га. (1) Тип почвы и год. Содержится балласта (2) — в петской соли 40% CaCO_3 ; (3) в суперфосфате 40% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; (4) в калийной соли 21% хлористого натрия. a)—c) см. в табл. 1.

Рис. 1. Влияние внесения минеральных удобрений на изменение некоторых химических свойств лугового чернозема и на урожай сахарной свеклы (1973). По горизон-

тальной оси: уровни внесения минеральных удобрений (контроль, средние и высокие дозы). А) Азот растворимый в КСI. В) P_2O_5 растворимый в АЛ. С) K_2O растворимый в АЛ, в мг/100 г почвы. D) рН (H_2O). E) рН (КСI). F) Гидролитическая кислотность, у. G) Урожай сахарной свеклы в ц/га.

Рис. 2. Влияние внесения минеральных удобрений на изменение некоторых химических свойств лугового солонца и на урожай суданской травы (1973). G) Урожай гибрида суданской травы (сухое вещество). Остальные обозначения смотри на рисунке 1.

Рис. 3. Влияние внесения минеральных удобрений на некоторые химические свойства луговой почвы и на урожай (1973). Обозначения смотри на рисунке № 1.