

## A foszfor oldhatóságának hatása különböző P-vegyületek érvényesülésére és a talajok AL-oldható foszfortartalmára

VARGA GYULA, LATKOVICS GYÖRGYNÉ és MÁTÉ FERENC

*MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet, Budapest*

Több éven át folytattunk kísérleteket a jelzett műtrágyák érvényesülésének és a talajok növények számára „felvehető” foszforkészletének meghatározására [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Eddigi adataink arra mutattak, hogy a különböző foszforműtrágyák hasznosulási értéke ugyanúgy, mint a talajok felvehető foszforkészlete viszonylagos mennyiség, amely nagymértékben függ a növény-táplálkozás körülményeitől is. E kérdés további tanulmányozására a különböző oldhatóságú jelzett műtrágya modellanyagokkal újabb tenyészedenyíki kísérletet állítunk be. A kísérletben izotóp-indikáció módszerével vizsgáltuk különböző oldhatóságú jelzett foszforműtrágya modellanyag felvehetőségének és hasznosulásának mértékét, valamint a trágyázott talajok AL-oldható P-tartalmának változását.

### Kísérleti anyag és módszer

A kísérletben alkalmazott  $^{32}\text{P}$ -ral jelzett foszforműtrágya modellanyagokat az alábbi módon készítettük:

Monokalciumfoszfát [ $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ]. Hordozómentes  $^{32}\text{P}$ -t ( $\text{H}_3^{32}\text{PO}_4$ ) tartalmazó cc. p. a. foszforsav oldatból sztöchiometrikus mennyiségű p. a.  $\text{CaCO}_3$ -tal választottuk le a radioaktív monokalciumfoszfátot, melyet  $50^\circ\text{C}$  alatti hőmérsékleten szárítottunk. A  $^{32}\text{P}$  mennyiségét úgy választottuk meg, hogy a jelzett foszforműtrágya foszforának fajlagos aktivitása  $\sim 5 \mu\text{Ci } ^{32}\text{P}/\text{mg } \text{P}_2\text{O}_5$  legyen.

Dikalciumfoszfát [ $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ]. A  $20\%$   $\text{P}_2\text{O}_5$ -ot és hordozómentes  $^{32}\text{P}$ -t ( $\text{H}_3^{32}\text{PO}_4$ ) tartalmazó foszforsav-oldatot  $\text{CaO} \sim 10\%$ -os vizes szuszpenziójával  $\text{pH} = 5,5-6,0$  eléréséig közömbösítettük. A radioaktív dikalciumfoszfát csapadékot G4-es szűrőn szűrtük, desztillált vízzel, majd alkohollal mostuk és szobahőmérsékleten szárítottuk. A műtrágya foszforának fajlagos aktivitása a monokalcium-foszfátéhoz hasonlóan  $\sim 5 \mu\text{Ci } ^{32}\text{P}/\text{mg } \text{P}_2\text{O}_5$  volt.

### A jelzett műtrágyák minősége

A minőség ellenőrzése során megvizsgáltuk a jelzett műtrágyák foszforhatóanyagának oldhatóságát és a foszforra vonatkoztatott fajlagos aktivitást.

Az oldékonysági vizsgálatok szerint a jelzett dikalciumfoszfát összes  $^{31}\text{P}$ -tartalma  $40,06\%$   $\text{P}_2\text{O}_5$ , vízben oldható  $^{31}\text{P}$ -tartalma  $0,56\%$   $\text{P}_2\text{O}_5$ . A jelzett monokalciumfoszfát összes  $^{31}\text{P}$ -tartalma  $56,33\%$   $\text{P}_2\text{O}_5$ , amely  $100\%$ -ban oldható vízben.

1. táblázat

A kezelések hatása a rozsnövények súlyára és tápanyagtartalmára

(1) Kezelések	(2) Homok talaj					(3) Csernozjom talaj				
	(4) Lég- száraz súly	(5) %-os tápanyag		(6) Felvett tápanyag mg/edény		(4) Lég- száraz súly	(5) %-os tápanyag		(6) Felvett tápanyag mg/edény	
		g/edény	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	g/edény	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1. Kontroll	0,59	3,47	1,61	20,6	9,5	0,66	3,96	1,44	20,3	9,5
2. NK	0,72	4,26	1,50	30,8	10,8	0,70	4,48	1,44	31,3	10,1
3. NKP (vízben oldható P = 0%)	0,79	4,27	2,02	33,7	15,9	0,69	3,95	1,73	27,3	11,9
4. NKP (vízben oldható P = 20%)	0,76	3,94	2,06	29,9	15,5	0,80	4,10	1,79	32,9	14,4
5. NKP (vízben oldható P = 40%)	0,72	4,19	2,45	30,0	17,6	0,77	4,10	1,90	31,7	14,1
6. NKP (vízben oldható P = 60%)	0,68	4,06	2,31	27,5	15,6	0,72	4,17	1,64	30,1	11,8
7. NKP (vízben oldható P = 80%)	0,62	4,52	2,26	28,1	14,0	0,62	4,23	1,71	26,3	10,8
8. NKP (vízben oldható P = 100%)	0,72	4,33	2,41	31,1	17,2	0,63	4,03	1,72	25,4	10,9
SzD <sub>5%</sub>	0,07				2,0	0,12				2,5
SzD <sub>1%</sub>										3,4

A <sup>32</sup>P oldékonysági viszonyait tanulmányozva megállapítottuk, hogy a monokalciumfoszfát <sup>32</sup>P-tartalma 100%-ban vízoldható, míg a dikalciumfoszfát <sup>32</sup>P-tartalmának mindössze 1,4%-a oldódik vízben. A jelzett műtrágyák <sup>32</sup>P-tartalmának oldékonysági viszonyai tehát szigorúan megfelelnek az inaktív foszfor oldékonysági viszonyainak.

Azonos P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mennyiségre vonatkoztatva a két jelzett műtrágya aktivitás-értékei között a meghatározás hibáját meghaladó eltérést egyetlen kivonat esetén sem találtunk.

A kísérlethez felhasznált radioaktív monokalciumfoszfát, illetve dikalciumfoszfát minősége tehát a követelményeknek mindenben megfelel [6].

A kísérlet leírása és a kísérleti eredmények értékelése

Különböző foszfor oldhatóságú jelzett műtrágya modellanyagok, valamint ezek keverékei felvehetőségének vizsgálatára gyengén humuszos homokon és mészlepedékes csernozjom talajon (5,6% CaCO<sub>3</sub>) tenyészedénykísérletet állítottunk be. A kísérletben edényenként 0,5 kg légszáraz talajt használtunk. A kontrollt kivéve, edényenként 75 mg nitrogénnek megfelelő ammonium-nitrátot és 60 mg K<sub>2</sub>O-nak megfelelő káliumkloridot alkalmaztunk. A foszforral trágyázott kezelésekben a dikalciumfoszfát és a monokalciumfoszfát súlyarányának változtatásával edényenként 50 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> hatóanyagot megfelelő 0,20, 40, 60, 80 és 100% vízoldhatóságú modellanyagot adtunk.

A műtrágyákat vetés előtt kevertük a talajba. Edényenként 100 szem rozsot vetettünk. A kísérletet 5 ismétlésben állítottuk be. A tenyészedényeket

2. táblázat  
A trágyából felvett  $P_2O_5$  mennyisége

(1) Kezelés	(2) Homok talaj				(3) Csernozjom talaj			
	(4) A növény által felvett összes $P_2O_5$ mg/edény	(5) A jelzett trágyából felvett $P_2O_5$ mg/edény	(6) A trágyából felvett $P_2O_5$ a növény által felvett összes $P_2O_5$ %-ában	(7) Műtrágya hasznosulás %	(4) A növény által felvett összes $P_2O_5$ mg/edény	(5) A jelzett trágyából felvett $P_2O_5$ mg/edény	(6) A trágyából felvett $P_2O_5$ a növény által felvett összes $P_2O_5$ %-ában	(7) Műtrágya hasznosulás %
1.	9,5	—	—	—	9,5	—	—	—
2.	10,8	—	—	—	10,1	—	—	—
3.	15,9	4,19	26,4	8,4	11,9	2,36	19,8	4,7
4.	15,5	4,55	29,3	9,1	14,4	2,64	18,4	5,3
5.	17,6	5,11	29,0	10,2	14,1	2,13	15,1	4,3
6.	15,6	5,13	32,9	10,3	11,8	1,67	14,1	3,3
7.	14,0	4,01	28,6	8,0	10,8	1,72	15,9	3,4
8.	17,2	5,47	31,9	10,9	10,9	1,41	12,9	2,8
SzD <sub>5%</sub>	2,0	0,95		1,9	2,5	0,85		1,7

a maximális vízkapacitás 60%-ának megfelelő nedvességtartalomra öntöztük.

A növényeket két hét után levágtuk, szárítás után roncsoltuk, majd részletes vizsgálatoknak vetettük alá.

Az 1. táblázatban a fiatal növények légszáraz súlyát és tápanyagtartalmukra vonatkozó adatokat foglaltuk össze. A táblázat adataiból megállapítható, hogy a tápanyagban szegény meszes homokon a NK, illetve NPK kezelések hatására szignifikáns szárazanyag-többlet mutatkozott. A nitrogén-, illetve foszforműtrágyázás kedvezően befolyásolta a fiatal növények %-os tápanyagtartalmát is. A trágyázatlan növények nitrogénhozama 20,6 mg/edény volt, mely a kezelések hatására 27,5–33,7 mg-ra, a növény által felvett foszformennyiség pedig az edényenkénti 9,5 mg-ról 10,8 illetve 17,6 mg-ra növekedett.

A mészlepedékes csernozjom talajon a trágyázás hatására a fiatal rozsnövények szárazanyagsúlya megbízhatóan nem változott. A növények nitrogén- és foszfor-tartalmában a homokon kapott eredményekhez hasonló tendenciájú, de kisebb mértékű növekedés mutatkozott.

Megállapítható továbbá, hogy a foszforműtrágyázás hatására homokon a kontroll, ill. NK kezelésekhez viszonyítva az összes többi kezelés növényei szignifikánsan több foszfort vettek fel és, hogy a műtrágya foszforkomponensének vízdoldhatósága nem befolyásolta a növények által felvett összes foszfor mennyiségét. A csernozjom talajon a kontroll, ill. az NK kezeléshez viszonyítva csak a 4. és 5. kezelések növényei által felvett  $P_2O_5$  mennyisége nőtt szignifikánsan. A foszforkomponens vízdoldhatóságának hatását vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a foszforral trágyázott kezelések közül a legtöbb P-t felvett 4-es és 5-ös kezelésekhez viszonyítva is csak a 7-es és 8-as kezelésekben felvett összes-P mennyiségei bizonyultak szignifikánsan kevesebbnek, de azok is csak 5%-os szinten.

A mért aktivitás adatokból kiszámítottuk a trágyából felvett foszfor mennyiségét, melyet a 2. táblázatban adunk meg. Az adatok azt mutatják,

3. táblázat  
**A jelzett trágyából felvett és a talajban felvehető formában visszamaradt P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mennyisége**

(1) Kezelés	(2) A talaj felvehető P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> tartalma (Al-módszer)	(3) A jelzett trágyából a talajban felvehető formában visszamaradt P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		(4) A talaj felvehető P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> tartalmának változása a trágyázás hatására		(5) A jelzett trágyából a növény által felvett és a talajban felvehető formában visszamaradt P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
	mg/edény	mg/edény	%	mg/edény	%	mg/edény	%
<i>Homok talaj</i>							
1. Kontroll	32,0	—	—	—	—	—	—
2. NK	34,8	—	—	—	—	—	—
3. NKP (vízben oldható P = 0%)	54,2	8,8	17,5	10,6	30,4	12,9	25,9
4. NKP (vízben oldható P = 100%)	53,7	8,8	17,6	10,1	29,0	14,3	28,5
<i>Csernozjom talaj</i>							
1. Kontroll	45,7	—	—	—	—	—	—
2. NK	47,6	—	—	—	—	—	—
3. NKP (vízben oldható P = 0%)	75,5	10,5	20,1	17,4	36,5	12,9	25,7
4. NKP (vízben oldható P = 60%)	85,9	13,4	26,8	24,9	52,3	15,1	30,2
5. NKP (vízben oldható P = 100%)	80,7	12,9	25,8	20,2	42,4	14,3	28,6

hogy a homokon a foszforkomponens vízoldhatóságának növekedésével — a növény által felvett összes-P mennyiségéhez hasonlóan — a trágyából felvett foszformennyisége is növekvő tendenciát mutat, de ez a növekedés nem szignifikáns. A mészlepedékes csernozjom talajon a növény által hasznosított foszfor mennyisége a vízoldható P-tartalom csökkenésével nő ugyan, azonban a vízben oldható P-t nem kapott 3-as kezeléshez viszonyítva mindössze a vízben 100%-ban oldható P-os kezelésekből vettek fel a növények szignifikánsan kevesebb foszfort a műtrágyából.

A tápanyagban szegény homok talajon a növény által felvett összes foszfor — a kezelésektől függően — 26,4–32,9%-a származott a jelzett műtrágyából, míg a csernozjom talajon mindössze 12,9–19,8%-a.

A foszforműtrágya hasznosulására vonatkozó adatokból láthatjuk, hogy a két talajtípuson a foszforműtrágya érvényesülése eltérő. Homokon a fiatal rosznövények a talajba adott foszforműtrágyának 8,0–10,9%-át, míg csernozjom talajon mindössze 2,8–5,3%-át hasznosították.

Homokon a műtrágya-P vízoldhatósága nem gyakorolt egyértelműen megbízható hatást a műtrágya érvényesülésére. A csernozjom talajon a vízben oldható P-t nem kapott kezelésekhöz viszonyítva csak a vízben 100%-ban oldható P-t tartalmazó műtrágya hasznosulási értéke bizonyult szignifikánsan rosszabbnak. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy az izotópkicserélődés miatt a műtrágyahasznosulás abszolút értékében elkövetett negatív hiba éppen a vízben 100%-ban oldható P-t tartalmazó műtrágya esetén a legnagyobb. Ezt a tényt a műtrágya-P vízoldhatóságának növekedésével észlelt — a szignifikáns differenciát csak egy esetben meghaladó — csökkenő tendencia értékelésénél figyelembe kellett vennünk.

A növéyminták elemzése mellett a meszes homok esetén a vízben 0 és 100 %-ban oldható P-os kezelések, míg a csernozjom talajnál — az előbbieken tárgyalt tendenciák miatt — a vízben 60 %-ban oldható P-t kapott kezelésekre talajmintáinak foszfortartalmát és aktivitását is meghatároztuk, majd kiszámítottuk a talajban AL-oldható formában visszamaradt trágya P-mennyiségét. Az eredményeket a 3. táblázatban foglaltuk össze.

Az adatokból látható, hogy a talajba adott foszforműtrágya hatására a felvehető foszfor mennyisége mindkét talajtípuson jelentősen növekedett. Meszes homokon az NK kezelésben a AL-oldható foszfortartalom edényenként 34,8 mg volt, mely a különböző oldhatóságú foszforműtrágya hatására 53,7—54,2 mg-ra, csernozjom talajon 47,6 mg-ról 75,5—85,9 mg-ra emelkedett. A jelzett trágyából a talajban AL-oldható formában visszamaradt  $P_2O_5$  mennyisége a homokon mindkét kezelésben 8,8 mg/edény, a csernozjom talajon 10,5—13,4 mg/edény volt. Az adatok tehát azt mutatják, hogy a talajba adott foszforműtrágya foszforának 17,5, illetve 24,2 %-a a kísérlet beállítását követő 2 hónap után még mindig AL-oldható formában található. Az adatokból az is kitűnik, hogy az adott viszonyok között, jelentős különbség a vízben 0 és 100 %-ban oldható foszfort tartalmazó műtrágyák hatása között ebben a tekintetben sem mutatkozott. Azt is megfigyelhetjük, hogy a foszfortrágyázás hatására a talajok felvehető foszfortartalma 29,0—52,3 %-kal növekedett.

A jelzett trágyából a növény által felvett és a talajban AL-oldható formában visszamaradt  $P_2O_5$  együttes mennyisége homokon a vízben 0- és 100 %-ban oldható P-t tartalmazó műtrágyából edényenként 12,9 illetve 14,3 mg  $P_2O_5$ -ot tett ki, amely a bevitt műtrágyafoszfornak 25,9—28,5 %-a. Hasonló eredményeket kaptunk a csernozjom talajon is. Az edényenként visszakapott 12,9—15,1 mg  $P_2O_5$  a talajba adott műtrágyafoszfor 25,7—30,2 %-ának felel meg. Az adatokból kitűnik, hogy a vízben 0 és 100 %-ban oldható P-t tartalmazó műtrágya hatása közötti különbség kicsi, és a talajok közötti különbség is végső soron kiegyenlítődik. A csernozjom talajon ugyanis a kisebb műtrágya hasznosulás a trágyából AL-oldható formában visszamaradt nagyobb foszformennyiséggel párosul.

### Összefoglalás

Homokon és csernozjom talajon tenyészedény kísérletekben tanulmányoztuk izotóp-indikáció módszerével a vízben változó mennyiségben oldható P-t tartalmazó monokalciumfoszfát, dikalciumfoszfát, illetve keverékeinek hasznosulását és a velük kezelt talajok „AL”-módszerrel meghatározott P-tartalmának változását. Kísérleteinkben a fiatal rozsnövények által felvett összes-P, valamint a jelzett trágyából felvett-P alapján a vízben 0, 20, 40, 60, 80 és 100 %-ban oldható P-t tartalmazó por alakú P-vegyületeket — a vizsgált talajtípusokon — gyakorlatilag egyenértékűnek találtuk. Ugyanez vonatkozik a kezelt talajok „AL”-módszerrel meghatározott P-tartalmának változására is.

### Irodalom

- [1] LATKOVICS, GYNE & MÁTÉ, F.: A fiatal kukoricanövény tápanyagfelvételének tanulmányozása  $^{32}P$  jelzés segítségével. *Agrokémia és Talajtan*. **15**. 67—74. 1966.
- [2] LATKOVICS, GYNE & MÁTÉ, F.: A fiatal kukoricanövény foszforfelvételének tanulmányozása  $^{32}P$  izotóp jelzéssel. *Agrokémia és Talajtan*. **16**. 403—408. 1967.
- [3] LATKOVICS, GYNE & MÁTÉ, F.: A fiatal kukoricanövény nitrogén és foszforfelvételének vizsgálata kettős izotóp jelzéssel. *Agrokémia és Talajtan*. **17**. 363—368. 1968.

- [4] MÁTÉ, F., LATKOVICS, GY. NÉ & KENDE, I.: A rádióaktív jelzés alkalmazása a foszfortápanyag felvehetőségének vizsgálatában. I. A talaj és a jelzett foszfátok közötti kölcsönhatás. *Agrokémia és Talajtan*. **9**. 79–86. 1960.
- [5] MÁTÉ, F. & LATKOVICS, GY. NÉ.: A rádióaktív jelzés alkalmazása a foszfortápanyag felvehetőségének vizsgálatában. II. A talaj felvehető foszforkészlete izotópos vizsgálatának hibái. III. A foszfortápanyag felvehetőségének viszonylagossága. *Agrokémia és Talajtan* **12**. 439–444; 445–450. 1963.
- [6] VARGA, GY.: Különböző jelzésmóddal készített foszfortrágyák összehasonlító vizsgálata és alkalmazhatóságuk agrokémiai értékelése. Kandidátusi értekezés. Budapest. 1967.

*Érkezett: 1971. október 18.*

## The Effect of P-Solubility on the Efficiency of Various P-Fertilizers and the AL-Soluble P Content of Soils

GY. VARGA, I. LATKOVICS and F. MÁTÉ

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

### Summary

The efficiency of monocalcium phosphate and dicalcium phosphate (containing different amounts of water-soluble P) and their mixtures was studied by isotope indication in a pot experiment with sandy soil and chernozem soil and the changes in the AL-soluble P-content of soils under the effect of various P-treatments were determined. On the basis of the total amount of P taken up by young rye plants, and the amount of P taken up from the labelled fertilizer, it could be established that the various P sources (powdered and containing 0–20–40–60–80–100% watersoluble P) gave practically equal effect on the soils studied. The same could be related to the changes in the AL-soluble P content of the soils studied.

*Table 1.* The effect of the treatments on the weight and nutrient content of rye plants. (1) Treatments. NPK (water-soluble P content, %). (2) Sandy soil. (3) Chernozem soil. (4) Air dry weight of plants, g/pot. (5) Nutrient content of plants, %. (6) Amount of nutrients taken up by plants, mg/pot.

*Table 2.* The amount of  $P_2O_5$  taken up from the fertilizer. (1) Treatment. (2) Sandy soil. (3) Chernozem soil. (4) The amount of  $P_2O_5$  taken up by the plants, mg/pot. (5) The amount of  $P_2O_5$  taken up from the labelled fertilizer, mg/pot. (6) The amount of  $P_2O_5$  taken up from the fertilizer, in the percentage of the total  $P_2O_5$  content taken up by the plants. (7) Fertilizer efficiency, %.

*Table 3.* The amount of  $P_2O_5$  taken up by the plants from the labelled fertilizer and available  $P_2O_5$  accumulate in the soil. (1) Treatments on sandy soil and chernozem soil. (2) The available  $P_2O_5$  content of the soil, (AL method), mg/pot. (3) The amount of available (AL-soluble)  $P_2O_5$  accumulate in the soil from the labelled fertilizer, mg/pot and %. (4) Changes in the available  $P_2O_5$  content of the soil under the influence of fertilization, mg/pot and %. (5) The amount of  $P_2O_5$  taken up by plants and available  $P_2O_5$  accumulate in the soil from the labelled fertilizer, mg/pot and %.

## Einfluss der Löslichkeit des Phosphors auf die Ausnutzung der verschiedenen P-Verbindungen und auf den AL-löslichen Phosphorgehalt der Böden

GY. VARGA, I. LATKOVICS and F. MÁTÉ

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrilkulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest (Ungarn)

### Zusammenfassung

Es wurden aus markiertem pulverigem Mono-, sowie Dicalciumphosphat 0, 20, 40, 60, 80 und 100% wasserlösliches P enthaltende Gemische hergestellt und die Aufnehmbarkeit des Phosphors durch junge Roggenpflanzen auf einem Sand-, bzw. Tschern-

nosjomboden ermittelt. Es stellte sich heraus, dass sowohl in der Menge der gesamten P-Aufnahme, wie auch in der  $^{32}\text{P}$ -Lieferung eine Gleichwertigkeit der untersuchten Düngermaterialien besteht. Dasselbe gilt für die Änderungen des AL-löslichen P-Gehaltes der behandelten Böden.

*Tab. 1.* Einfluss der Behandlungen auf das Gewicht und den Nährstoffgehalt der Roggenpflanzen. (1) Behandlungen. NPK (wasserlösliches P%). (2) Sandboden. (3) Tschernosjomboden. (4) Lufttrockenes Gewicht der Pflanzen, g/Gefäss. (5) Nährstoffgehalt der Pflanzen, %. (6) Menge der durch die Pflanzen aufgenommenen Nährstoffe, mg/Gefäss.

*Tab. 2.* Menge des aus dem Dünger stammenden  $\text{P}_2\text{O}_5$ -s. (1) Behandlung. (2) Sandboden. (3) Tschernosjomboden. (4) Menge des durch die Pflanze aufgenommenen  $\text{P}_2\text{O}_5$ -s, mg/Gefäss. (5) Menge des aus den markierten Düngemitteln aufgenommenen  $\text{P}_2\text{O}_5$ -s, mg/Gefäss. (6) Menge des aus den Düngemitteln aufgenommenen  $\text{P}_2\text{O}_5$ -s im Prozent des Entzugs. (7) Ausnutzung, %.

*Tab. 3.* Menge des aus den Düngemitteln aufgenommenen und im Boden in aufnehmbare Form zurückgebliebenen  $\text{P}_2\text{O}_5$ -s. (1) Behandlungen bei Sand- und Tschernosjomboden. (2) Aufnehmbare  $\text{P}_2\text{O}_5$ -Gehalt der Böden (AL-Methode), mg/Gefäss. (3) Menge des von den markierten Düngemitteln im Boden in aufnehmbare Form zurückgebliebenen  $\text{P}_2\text{O}_5$ -s, mg/Gefäss. (4) Änderungen im AL-löslichen  $\text{P}_2\text{O}_5$ -Gehalt der Böden als Folge der Düngung, mg/Gefäss und %. (5) Menge des aus den markierten Düngemitteln durch die Pflanzen aufgenommenen und im Boden in aufnehmbare Form zurückgebliebenen  $\text{P}_2\text{O}_5$ -s, mg/Gefäss und %.

## Влияние растворимости фосфора на усвоение различных фосфорных соединений и на содержание в почве фосфора, растворимого в AL

Д. ВАРГА, И. ЛАТКОВИЧ и Ф. МАТЭ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии Венгерской Академии Наук, Будапешт (Венгрия)

### Резюме

В вегетативных опытах на песчаной почве и черноземе методом изотопной индикации изучали усвоение монокальцийфосфата, дикальцийфосфата и их смесей, содержащих различные количества воднорастворимого фосфора и изменение содержания фосфора, определенного методом «AL» в почвах, куда вносились вышеперечисленные минеральные удобрения. В опытах на основании общего фосфора усвоенного молодыми растениями ржи, а также фосфора усвоенного из меченных минеральных удобрений, установили, что порошкообразные фосфорные соединения, содержащие 0,20, 40, 60, 80 и 100% растворимого в воде фосфора на всех почвах практически оказались равноценными. То же самое можно сказать и в отношении изменения содержания фосфора определенного методом «AL», в почвах получивших вышеперечисленные минеральные удобрения.

*Табл. 1.* Влияние вариантов на вес растений ржи и содержание в ней питательных элементов. (1) Варианты, NPK (воднорастворимый фосфор%). (2) Песчаная почва. (3) Чернозем. (4) Абсолютно сухой вес растений, г/сосуд. (5) Процентное содержание питательных веществ в растениях (6) Усвоенные питательные вещества в растении, мг/сосуд.

*Табл. 2.* Количество  $\text{P}_2\text{O}_5$  усвоенного из минерального удобрения. (1) Варианты. (2) Песчаная почва. (3) Чернозем. (4) Количество  $\text{P}_2\text{O}_5$  усвоенного растениями в мг/сосуд. (5) Количество  $\text{P}_2\text{O}_5$  усвоенного из меченного минерального удобрения, мг/сосуд. (6) Количество  $\text{P}_2\text{O}_5$  усвоенного из минерального удобрения в % от общего фосфора, усвоенного растениями. (7) Усвояемость минерального удобрения в %.

*Табл. 3.* Количество  $\text{P}_2\text{O}_5$  усвоенное из меченного минерального удобрения и оставшееся в почве в усвояемой форме. (1) Варианты для песчаной почвы и чернозема, мг/сосуд и %. (2) Содержание в почве усвояемого фосфора (метод AL) в мг/сосуд. (3) Количество  $\text{P}_2\text{O}_5$  оставшееся в почве в усвояемой форме из меченного минерального удобрения, мг/сосуд и %. (4) Изменение содержания в почве усвояемого фосфора под влиянием внесения удобрений мг/сосуд и %. (5) Количество фосфора усвоенное растениями из меченного минерального удобрения и оставшееся в почве в усвояемой форме, в мг/сосуд и %.