

A szervesanyag hatása a talajfoszfor oldékonyságára

M. ADHIKARI és T. K. GANGULY

Kalkuttai Egyetem, Alkalmazott Kémiai Tanszéke, Kalkutta, India

A nitrogén után a foszfor szerepe a legjelentősebb a növények termés-eredményeinek növelésében és BEAR [1] szerint a káliummal és mészsel együtt alkalmazott foszfátműtrágyák bizonyos mértékig pótolhatják a nitrogénműtrágyákat. GHOSH [3] adatai szerint a foszfátműtrágyák adagjának növelésével nőtt a növények terméshozama, ugyanakkor a talaj összes nitrogéntartalma, felvehető P_2O_5 -tartalma, széntartalma és kicserélhető kationjainak összetétele nem változott.

A műtrágyázási gyakorlatban ma már többen elismerték a foszforműtrágyákkal együtt alkalmazott szervesanyag adagolás előnyeit [2]. HASHIMOTO és munkatársai [5] részletesen tanulmányozták a humátok és nitrohumátok hatását a talaj foszforfixációjának csökkentésére. Szerintük a foszfátmegkötést mérsékelő hatásnak egy látszólagos és egy tényleges típusa figyelhető meg. Ez előbbi hatás tapasztalható például olyan esetben, mikor humátok adagolásának hatására a KH_2PO_4 -oldatból a talaj által adszorbeált P mennyisége csökken. Más adatok szerint [7] savanyú és gyenge termőképességű talajokon a foszfor felvehetősége eredményesen növelhető meszezéssel, foszforműtrágyák és mész együttes adagolásával.

Jelen vizsgálatok célja az volt, hogy bemutassuk a szervesanyag hatását a P felvehetőségének a növelésére néhány indiai talajtípuson. Kísérleteket végeztünk továbbá a meszezés hatásának a tanulmányozására is foszforműtrágyák és szervesanyagok együttes alkalmazása esetén.

Vizsgálati anyag és módszerek

A tanulmányozott talajok rövid jellemzése röviden az alábbiakban foglalható össze:

<i>Talaj megnevezése</i>	<i>Származási hely</i>	<i>Rövid talajjellemzés</i>
Kalimpong öntéstalaj	Vetőmagszaporító Gazdaság, Kalimpong, Darjeeling	Öntéstalaj 0–15 cm-es rétege
Burdwan homokos vályog	Vetőmagszaporító Gazdaság, Kalna, Burdwan	Művelt homokos vályog-talaj 0–15 és 15–30 cm-es rétege
Burdwan vályog	Kalna Block No. 1. Krishnadepore, Dist. Burdwan	Művelt agyagos vályogtalaj 0–15 és 15–30 cm-es rétege

Padegaon fekete talaj	Cukornád Kut. Int. Padegaon, Poona, Bombay Állam	Fekete gyapottalaj 0—30 cm-es rétege
Jalpaiguri öntéstalaj	Jalpaiguri Gazdaság	Sötétzínű öntéstalaj 0—15 és 15—30 cm-es rétege
Purulia laterit	Purulia körzeti Gazdaság	Laterit zóna talajának 0—15 cm-es rétege

Az alkalmazott analitikai módszerek röviden az alábbiakban foglalhatóak össze:

A) Szervesanyagforrásul a Kalimpong talajt választottuk. A humuszalkotórészek kivonása és frakcionálása huminsav, fulvosav és himatomelánsav frakciókra az általánosan alkalmazott módszerekkel történt [1]. Az összes szerves szén mennyiségét oxidációs módszerrel határoztuk meg [6]. Ezen vizsgálatok eredményeit mutatjuk be az 1. táblázatban.

B) Az összes foszfor mennyiségét perklórsavas feltárásból határoztuk meg [6], a felvehető P_2O_5 mennyiségét pedig Bray-féle I. számú kivonatban. Ezen vizsgálatok eredményeit ugyancsak az 1. táblázatban közöljük.

1. táblázat

A vizsgált talajok összes és felvehető foszfortartalma, valamint széntartalma

(1) Talaj elnevezése	(2) Mintavétel mélysége cm	(3) Az eredeti talajban			(4) Az előzetesen szervesanyagmentesített talajban	
		Összes P %	Felvehető P mg/100 g	Összes C %	Összes P %	Felvehető P mg/100 g
a) Kalimpong öntéstalaj	0—15	0,03	2,475	1,68	0,01	0,725
b) Burdwan homokos vályog	0—15	0,0375	2,875	0,90	0,0087	1,75
	15—30	0,035	2,215	0,876	0,0075	1,75
c) Burdwan vályog	0—15	0,0325	2,375	1,14	0,0062	1,375
	15—30	0,0312	2,375	1,00	0,007	1,365
d) Padegaon fekete talaj	0—30	0,0237	1,25	0,16	0,05	0,375
e) Jalpaiguri öntéstalaj	0—15	0,035	4,00	1,40	0,0047	1,025
	15—30	0,0425	3,00	1,42	0,0052	0,875
f) Purulia laterit	0—15	0,0125	3,50	0,95	0,005	2,50

C) A talajminták szervesanyagtartalmát lúgos extrakciót követő 6%-os H_2O_2 -s kezeléssel távolítottuk el. A szervesanyagmentes talajok összes és felvehető P-tartalmának a meghatározását az előbb ismertetett módszerek szerint végeztük. A vizsgálatok eredményeit ugyancsak az 1. táblázat tartalmazza.

D) Ezután a szervesanyag és a méz hatását tanulmányoztuk. A vizsgált szervesanyagmentes talajokhoz P-forrásként $CaHPO_4$ -t, illetve meghatározott mennyiségű szervesanyag frakciókat adagoltunk, nevezetesen huminsavakat (lúgoldható frakció), fulvosavakat (vízoldható frakció) és himatomelánsavakat (alkohololdható frakció). Ezután meghatároztuk a talajok összes és felvehető foszfortartalmát. E vizsgálatok eredményeit a 2. táblázatban foglaltuk össze. Egy másik vizsgálati sorozatban a szervesanyagmentes talajokhoz csupán P-forrást adagoltunk (szervesanyag frakciók hozzáadása nélkül) és meghatároztuk a talaj felvehető foszfortartalmát (3. táblázat).

2. táblázat

Előzetesen szervesanyagmentesített talajok összes és felvehető foszfortartalmának alakulása CaHPO₄ formájában alkalmazott P és különböző szervesanyagfrakciók hatására

(1) Talaj elnevezése	(2) Minta- vétel mély- sége cm	(3) Hozzáadott		(4) A talaj összes P-tartalma			(5) A talaj felvehető P-tartalma		
		Szerves anyag	P	Humin- sav	Fulvo- sav	Himato- melánsav	Humin- sav	Fulvo- sav	Himato- melánsav
		g/5 g talaj		kezelések hatására mg/100 g			kezelések hatására mg/100 g		
a) Kalimpong öntéstalaj	0-15	0,084	0,0015	0,013	0,0013	0,012	8,75	3,375	4,125
b) Burdwan homokos vályog	0-15 15-30	0,045 0,044	0,0018 0,0017	0,016 0,015	0,01 0,012	0,01 0,01	6,75 7,5	3,45 3,525	3,75 3,50
c) Burdwan vályog	0-15 15-30	0,057 0,05	0,0016 0,0015	0,01 0,013	0,007 0,008	0,007 0,01	5,45 5,50	2,375 2,60	3,45 3,25
d) Padegaon fekete talaj	0-30	0,008	0,0011	0,008	0,008	0,01	7,75	2,50	3,25
e) Jalpaiguri öntéstalaj	0-15 15-30	0,07 0,071	0,0017 0,0021	0,01 0,012	0,0082 0,008	0,006 0,007	3,70 1,88	2,45 2,25	2,80 1,75
f) Purulia laterit	0-15	0,04	0,0006	0,011	0,007	0,008	4,25	4,35	3,55

* A hozzáadott humuszfrakciók eredeti P-tartalma: huminsav 0,003 g/100 g; fulvosav 0,0029 g/100 g; himatomelánsav 0,0018 g/100 g

3. táblázat

Előzetesen szervesanyagmentesített talajok összes és felvehető P-tartalmának alakulása CaHPO₄ formájában alkalmazott P adagolása esetén, valamint a vizsgált talajok felvehető szerves P-tartalma

(1) Talaj elnevezése	(2) Minta- vétel mély- sége cm	(3) Előzetesen szervesanyagmentesített talajokban CaHPO ₄ -es kezelés után		(4) A talaj felvehető szerves P-tartalma ^a		
		Összes P %	Felvehető P mg/100 g talaj	Huminsav	Fulvosav	Himato- melánsav
		kezelések hatására mg/100 g talaj				
a) Kalimpong öntéstalaj	0-15	0,01	1,75	7,00	1,625	2,38
b) Burdwan homokos vályog	0-15 15-30	0,009 0,007	2,63 2,50	4,13 5,00	0,825 1,025	1,13 1,00
c) Burdwan vályog	0-15 15-30	0,007 0,007	1,53 2,00	3,93 3,50	0,850 0,600	1,83 1,25
d) Padegaon fekete talaj	0-30	0,005	2,48	6,28	0,025	0,78
e) Jalpaiguri öntéstalaj	0-15 15-30	0,005 0,006	1,25 1,38	2,45 0,50	1,200 0,875	1,55 0,38
f) Purulia laterit	0-15	0,005	2,75	1,50	1,600	0,80

* A talaj felvehető szerves P-tartalmaként közölt adatok: az előzetesen szervesanyagmentesített talajok szervesanyagfrakciók nélküli és szervesanyagfrakciókkal kezelt variánsaiban meghatározott felvehető P-tartalom különbségei

4. táblázat

Előzetesen szervesanyagmentesített talajok összes és felvehető P-tartalmának alakulása CaHPO_4 formájában kiadagolt P, szervesanyagfrakciók és mészes együttes alkalmazása esetén 7—7,5 pH-tartományban

(1) Talaj elnevezése	(2) Mintavétel mélysége cm	(3) Előzetesen szervesanyagmentesített talajok felvehető P-tartalma			(4) CaHPO_4 és mészes együt- tes alkalmá- zása esetén	(5) A talajok felvehető szerves P-tartalma*		
		CaHPO ₄ , mészes és				Huminsav	Pulvosav	Himato- melánsav
		Huminsav	Fulvosav	Himato- melánsav				
		együttes alkalmazása esetén				kezelések hatására		
mg/100 g								
a) Kalimpong öntéstalaj	0—15	6,25	8,50	4,45	3,95	2,30	4,55	0,50
b) Burdwan hom. v.	0—15 15—30	5,00 5,425	5,25 5,50	5,00 5,50	3,45 3,75	1,55 1,675	1,80 1,75	1,25 1,75
c) Burdwan vályog	0—15 15—30	5,00 5,50	6,875 4,00	6,50 4,80	3,25 1,75	1,75 3,75	3,625 2,25	3,25 3,05
d) Padegaon fekete talaj	0—15	7,75	7,50	4,875	3,45	4,30	4,05	1,425
e) Jalpaiguri öntéstalaj	0—15 15—30	5,375 4,125	4,625 3,625	4,25 3,775	2,525 1,25	2,85 3,005	2,10 2,375	1,725 2,525
f) Purulia laterit	0—15	4,25	4,375	3,75	1,00	3,25	3,375	2,75

* A talaj felvehető szerves P-tartalmaként közölt adatok: az előzetesen szervesanyagmentesített talajok szervesanyagfrakciók nélküli és szervesanyagfrakciókkal kezelt variánsaiban meghatározott felvehető P-tartalom különbségei.

Teljesen hasonló kísérleteket végeztünk mészes adagolásával két különböző 7—7,5 és 5—5,5 pH szinten a mészes hatásának tanulmányozására. E vizsgálataink eredményeit a 4. és 5. táblázatok tartalmazzák.

Vizsgálati eredmények és azok értékelése

A vizsgálataink céljára kiválasztott 9 talajminta összes foszfortartalmában a talaj szervesanyagának eltávolítása előtt és azt követően igen nagy különbségek mutatkoznak (1. táblázat). Hasonlóképp igen jelentősek a különbségek a talajok szervesanyageltávolítás előtt és után mért felvehető foszfortartalmában is (1. táblázat). Mindez azt bizonyítja, hogy a talajban meghatározott összes foszfor és felvehető foszfor tekintélyes részét a talaj szervesanyaga tartalmazza. Kétségtelenül számolnunk kell azzal a ténnyel is, hogy a Fe és Al foszfátok kioldódása folytán a szerves P mennyiségét nagyobb mértékben mérjük, mert ezek is látszólag a szerves P frakcióban jelentkeznek részben. Ugyanakkor azonban a Puruliából származó laterittalaj esetében — amelynek szervesanyag-tartalma és foszfát-tartalma egyaránt lényegesen kisebb, mint a többi talajoké — a foszfor kisebb hányada van a szervesanyagban, nagyobb része a talaj áványi részében található (1. táblázat).

Foszforral ellátott és különböző szervesanyagfrakciókkal kezelt, előzetesen szervesanyagmentesített talajok összes és felvehető foszfortartalmának a

5. táblázat

Előzetesen szervesanyagmentesített talajok összes és felvehető foszfortartalmának alakulása CaHPO₄ formájában kiadagolt P, szervesanyagfrakciók és mész együttes alkalmazása esetén 5–5,5 pH-tartományban

(1) Talaj elnevezés	(2) Mintavétel mélysége cm	(3) Előzetesen szervesanyagmentesített talajok felvehető P-tartalma			(4) CaHPO ₄ és mész együt- tes alkalmá- zása esetén	(5) A talajok felvehető szerves P-tartalma*		
		CaHPO ₄ , mész és				Humín- sav	Fulvo- sav	Himato- melánsav
		Huminsav	Fulvo- sav	Himato- melánsav				
		együttes alkalmazása esetén				kezelések hatására		
mg/100 g								
a) Kalimpong öntéstalaj	0–15	7,475	5,875	5,25	3,875	3,60	2,00	1,375
b) Burdwan homo- kos vályog	0–15 15–30	8,45 7,075	2,75 3,25	2,00 3,375	1,75 2,525	6,70 4,55	1,00 0,725	0,25 0,850
c) Burdwan vályog	0–15 15–30	9,25 7,45	3,375 4,625	3,875 4,125	2,75 3,25	6,50 4,20	0,625 1,375	1,125 0,875
d) Padegaon fekete talaj	0–15	7,55	6,00	5,45	4,625	2,925	1,375	0,825
e) Jalpaiguri öntéstalaj	0–15 15–30	9,875 4,05	3,875 3,05	3,55 3,875	2,50 2,525	7,375 1,525	1,375 0,525	1,05 1,350
f) Purulia laterit	0–15	5,75	6,55	4,55	2,25	3,50	4,30	2,0

* A talaj felvehető szerves P-tartalmaként közölt adatok: az előzetesen szervesanyagmentesített talajok szervesanyagfrakciók nélküli és szervesanyagfrakciókkal kezelt variánsaiban meghatározott felvehető P-tartalom különbségei

vizsgálata alapján (2. táblázat) megállapítható, hogy a P-fixáció mértéke ez esetben kisebb, mint az eredeti talajoknál (1. táblázat) és a foszfor megkötődése nő, ha a talaj szervesanyagtartalmát eltávolítjuk (3. táblázat).

A talaj szerves foszfortartalmára vonatkozó adataink (3. táblázat) — amelyeket az előzetesen szervesanyagmentesített talajok szervesanyagfrakciókkal kezelt (2. táblázat) és kezeletlen (3. táblázat) variánsaiban meghatározott felvehető foszfortartalom különbségeként tekintettünk — arra mutatnak, hogy a huminsav frakcióval kezelt talajok esetében a foszfor nagyobb hányada van felvehető formában, mint az akár fulvosavval, akár himatomelánsavval kezelt talajoknál, kivétel a laterit.

Általában a Fe³⁺ és Al³⁺ hidratált formái a legerősebb P-fixátorok és Al³⁺ csak ritkán fordul elő lúgos és meszes talajokban. A meszezés hatása e talajokban növeli a foszfor felvehetőségét [8]. Amikor az előzetesen szervesanyagmentesített talajokat különböző szervesanyagfrakciókkal, foszfor forrással és mésszel együttesen kezeltük a pH 7–7,5 tartományban a foszfor felvehetősége fokozódott (4. táblázat), különösen a fulvosavval kezelt variánsok esetében. Lehetséges, hogy ebben a fulvosavak meszezés hatására történő lebomlása is szerepet játszik. Erre utal az is, hogy bár a meszezés a foszfor felvehetőségét a szervesanyagfrakciókkal nem kezelt előzetesen szervesanyagmentesített talajok esetében is növelte, ez a hatás kisebb mértékű, mint a szervesanyagfrakciókkal kezelt talajoknál (4. táblázat).

Az 5—5,5 pH tartományban (5. táblázat) a talaj meszezése még erősebben növelte a foszfor felvehetőségét, mint a 7—7,5 pH tartományban, különösen a huminsavval kezelt variánsoknál. Itt azonban feltehetően nem a szervesanyag lebomlása a foszfor felvehetősége növekedésének fő tényezője, hanem az, hogy ebben a pH-tartományban a szervesanyagfrakciók a Fe^{3+} és Al^{3+} ionokat komplex formájában megkötik és ily módon azok foszforfixációjának mértékét csökkentik. Hasonló véleményre jutott vizsgálatai során HARGITAI is, [4].

A szerzők köszönetüket fejezik ki az *Indian Council of Agricultural Research*-nek a T. K. GANGULY-nak adott ösztöndíjért, amely lehetővé tette a munka elvégzését.

Összefoglalás

A szerzők különböző indiai talajok összes és felvehető foszfortartalmát határozták meg a talaj szervesanyagtartalmának eltávolítása előtt és után.

Az előzetesen szervesanyagmentesített és megfelelő foszfor-forrással ellátott talajok egy részét különböző szervesanyagfrakciókkal kezelték. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a talaj felvehető foszfortartalma jobban növekedett szervesanyagfrakciók jelenlétében, mint anélkül. A talajfoszfor felvehetőségét a vizsgált három szervesanyagfrakció közül (huminsav, fulvosav, himatomelánsav) a huminsav növelte legnagyobb mértékben.

Kísérleteiket megismételték mész alkalmazásával is pH 7—7,5 és pH 5—5,5 tartományban. A foszfor felvehetőségét a meszezés — különösen szervesanyagok jelenlétében — növelte. A felvehető P tartalom a meszezés hatására az 5,5 pH tartományban kedvezőbben alakult, mint a 7,5 pH tartományban. A felvehető P mennyisége 5,5 pH-nál nagyobbban mutatkozott, mint 7,5 pH-nál.

Irodalom

- [1] BEAR, F. E.: *Chemistry of the Soil*. 2nd Ed. Reinhold. New York. 1964.
- [2] DATTA, N. P. & SRIVASTAVA, S. C.: Influence of organic matter on the intensity of phosphate bonding in some acid soils. *J. Indian Soc. Soil Sci.* **11**. 189—194. 1963.
- [3] GHOSH, S. K.: Effect of phosphatic fertilizers on the yield of paddy and soil conditions in different regions of West Bengal. *J. Indian Soc. Soil Sci.* **11**. 129—135. 1963.
- [4] HARGITAI, L.: Effect of changes in organo-mineral complexes on the quality of soil organic matter and organic nitrogen. *Trans. Meet. Comm. II & IV Int. Soc. Soil Sci.* 1966. 65—71. 1967.
- [5] HASHIHAMO, Y., UZAWA, T. & IKEGAMI, A.: *Nippon Dojo-Hiryogaka Zasshi*, **40**. (2) 67—73. 1969. Ref. in: *C. A.* **71**. 80257t. 1969.
- [6] JACKSON, M. L.: *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs. 1967.
- [7] RAI, A. K., PRASAD, C. R. & MANDAL, S. C.: Effect of liming on availability of phosphate in an acidic red loam soil. *J. Indian Soc. Soil Sci.* **11**. 137—140. 1963.
- [8] RUSSEL, E. J.: *Soil Conditions and Plant Growth*. 8th Ed. Longmans, Green & Co London. 1950.

Érkezett: 1970. június 18.

Influence of Organic Matter on Releasing Soil Phosphorus

M. ADHIKARI and T. K. GANGULY

Calcutta University, Department of Applied Chemistry, Calcutta (India)

Summary

Total and available phosphorus contents of different Indian soils had been determined before the removal of organic matter from the soils and after it.

Different organic matter fractions were added to a part of organic matter free soils, supplied with adequate phosphorus source previously. The analyses indicated that the available phosphorus content of the soils more intensively increased in the presence of organic matter fractions than in their absence. Among the three organic matter fractions (humic acid, fulvic acid, haematomelanic acid) it was the humic acid that increased the availability of soil phosphorus to the greatest extent.

The experiments were repeated with the application of lime at pH 7–7.5 and pH 5–5.5. The availability of phosphorus was increased by liming especially in the presence of organic matter. The available phosphorus content, due to the effect of liming, was higher at pH 5.5 than at pH 7.5, but the differences in the availability of phosphorus in the two pH ranges were not appreciable.

Table 1. Total and available phosphorus and carbon contents of the soils. (1) Soil. a) Kalimpong, alluvial soil. b) Burdwan, sandy loam. c) Burdwan, loam. d) Padegaon, black soil. e) Jalpaiguri, alluvial soil. f) Purulia, laterite soil. (2) Sampling depth, cm. (3) Total P %, available P mg/100 g, and total C% in the original soil. (4) Total P % and available P, mg/100 g, in the organic matter free soil.

Table 2. Total and available phosphorus contents of organic matter free soils under the influence of P applied as CaHPO_4 and different organic matter fractions. (1) Soil. a)–f) see Table 1. (2) Sampling depth, cm. (3) Amounts of organic matter and P added, g/5 g soil. (4) Total P content of the soil, influenced by humic acid, fulvic acid and haematomelanic acid treatments, mg/100 g soil. (5) Available P content of the soil, influenced by humic acid, fulvic acid and haematomelanic acid treatments, mg/100 g. Original P content of the humic, fulvic and haematomelanic acids was 0.003, 0.0029 and 0.0018 g/100 g, respectively.

Table 3. Total and available P contents of organic matter free soils treated with P as CaHPO_4 and the available organic P content of the soils. (1) Soil. (2) Sampling depth, cm. (3) Amounts of total P, %, and the available P, mg/100 g soil, in the organic matter free soils after the CaHPO_4 treatment. (4) Available organic P content of the soils, mg/100 g soil, treated with humic acid, fulvic acid and haematomelanic acid. * = The available organic P content of the soil was taken as a difference between the available P contents of the organic matter free soils and the available P contents of the organic matter free soils treated with organic matter fractions.

Table 4. Total and available P contents of organic matter free soils treated with P as CaHPO_4 , organic matter fractions and lime at pH 7–7.5. (1) Soil. a)–f) see Table 1. (2) Sampling depth, cm. (3) Available P content of organic matter free soils, mg/100 g soil, treated with CaHPO_4 , lime and humic acid, fulvic acid and haematomelanic acid respectively. (4) Treated with CaHPO_4 and lime. (5) Available organic P content of soils, mg/100 g soil, treated with humic acid, fulvic acid and haematomelanic acid. * = see Table 3.

Table 5. Total and available P contents of organic matter free soils treated with P as CaHPO_4 , organic matter fractions and lime at pH 5–5.5. (1) Soil. a)–f) see Table 1. (2) Sampling depth, cm. (3) Available P content of organic matter free soils, treated with CaHPO_4 , lime and humic acid, fulvic acid and haematomelanic acid respectively, mg/100 g soil. (4) Treated with CaHPO_4 and lime. (5) Available organic P content of soils, mg/100 g soil, treated with humic acid, fulvic acid and haematomelanic acid. * = see Table 3.

Influence de la matière organique sur la solubilité du phosphore de sol

M. ADHIKARI et T. K. GANGULY

Chaire de Chimie Appliquée, Université de Calcutta, (l'Inde)

Résumé

Dans différents sols indiens les teneurs en P total et assimilable ont été dosées avant et après l'enlèvement de la matière organique des sols.

Une partie des sols préalablement dépourvue et pourvue des sources de P appropriées était traitée par de différentes fractions des matières organiques. Les analyses ont démontré que la teneur en P accessible des sols s'est augmentée plus intensivement en présence des fractions de matière organique qu'en son absence. Des trois fractions de matières organiques (acide humique, acide fulvique et acide hymatomélanique) c'était l'acide humique qui avait la plus grande influence sur l'assimilabilité du phosphore de sol.

Les expériences ont été répétées en employant de la chaux à pH 7—7,5 et 5—5,5. Le P est devenu plus assimilable sous l'effet du chaulage, spécialement en présence des matières organiques. En cas de pH 5,5 la chaulage a favorablement influencé la teneur en P assimilable qu'en cas de pH 7,5, mais les différences dans l'accessibilité du phosphore n'étaient pas significatives dans ces deux ranges de pH.

Tableau 1. Teneurs en P total et assimilable et en carbon des sols. (1) Sols: a) Kalimpong, sol alluvial. b) Burdwan, limon sableux. c) Burdwan, limon. d) Padegaon sol noir. e) Jalpaiguri, sol alluvial. f) Purulia, sol latéritique. (2) Profondeur du prélèvement des échantillons, cm. (3) P total, %, P accessible, mg/100 g et C total, %, dans le sol original. (4) P total et accessible, mg/100 g, dans le sol exempt de matière organique.

Tableau 2. Teneurs en P total et accessible des sols préalablement dépourvus de la matière organique, sous l'influence du P employé comme CaHPO_4 et des différentes fractions de matières organiques. (1) Sols a)–f) voir Tableau 1. (2) Profondeur du prélèvement des échantillons, cm. (3) Quantités des matières organiques et P ajoutés, g/5 g de sol. (4) Teneurs en P total des sols sous l'effet des traitements par l'acide humique, l'acide fulvique et l'acide hymatomélanique, mg/100 g. (5) Teneur en P accessible des sols sous l'effet des traitements par l'acide humique, l'acide fulvique et l'acide hymatomélanique, mg/100 g. Les teneurs originales des acides humique, fulvique et hymatomélanique étaient 0,003, 0,0029 et 0,0018 g/100 g, resp.

Tableau 3. Teneurs en P total et accessible des sols préalablement dépourvus de la matière organique, sous l'influence du P employé comme CaHPO_4 et la teneur en P organique accessible des sols. (1) Sols. (2) Profondeur de la prise des échantillons, cm. (3) Quantités du P total, %, et P accessible, mg/100 de sol, dans les sols préalablement dépourvus des matières organiques et traités par CaHPO_4 . (4) Teneur en P organique accessible, mg/100 g de sol, après les traitements avec des acides humique, fulvique et hymatomélanique. * = La teneur en P organique accessible a été prise comme la différence entre la teneur en P accessible des sols exempts de matière organique et la teneur en P accessible des sols exempts de matière organique et traités par des fractions de matière organique.

Tableau 4. Teneurs en P total et accessible des sols préalablement dépourvus de la matière organique, après les traitements par P employé comme CaHPO_4 , par les fractions de matière organique et par la chaux au pH 7—7,5. (1) Sols: a)–f) voir Tableau 1. (2) Profondeur du prélèvement des échantillons, cm. (3) Teneur en P accessible de sols exempts de la matière organique, mg/100 g de sol, après les traitements par CaHPO_4 , la chaux et par les acides humique, fulvique et hymatomélanique et (4) par CaHPO_4 , et chaux. (5) Teneur en P organique accessible des sols, mg/100 g de sol, traités par des acides humique, fulvique et hymatomélanique. * = voir Tableau 3.

Tableau 5. Teneurs en P total et accessible des sols exempts de la matière organique et traités par P comme CaHPO_4 , par des fractions de matière organique et par chaux au pH 5—5,5. (1) Sols a)–f) voir Tableau 1. (2) Profondeur du prélèvement des échantillons, cm. (3) Teneur en P accessible des sols exempts de la matière organique, mg/100 g de sol, traités par CaHPO_4 , par chaux et par les acides humique, fulvique et hymatomélanique, resp. et traités par (4) CaHPO_4 et chaux. (5) Teneur en P organique accessible des sols, mg/100 g de sol, traités par les acides humique, fulvique et hymatomélanique. * = voir Tableau 3.

Влияние органического вещества на растворимость фосфора почвы

М. АДХИКАРИ и Т. К. ГАНУЛИ

Калькуттский Университет, кафедра прикладной химии, Калкутта (Индия)

Резюме

Авторы в различных почвах Индии определяли содержание общего и усвояемого фосфора до и после удаления из почвы органического вещества.

Предварительно одна часть почв, имеющих соответствующий источник фосфора и не содержащих органического вещества, обрабатывалась различными органическими фракциями. Исследования показали, что содержание усвояемого фосфора в почве в присутствии органических фракций увеличилось в более значительной мере, чем в их отсутствии. Из трех органических фракций (гуминовая кислота, фульвокислота, гиматомелановая кислота) гуминовая кислота в самой значительной степени увеличила усвояемость фосфора почвы.

Опыты повторили в вариантах с известкованием при рН 7—7,5 и рН 5—5,5. Известкование — в присутствии различных органических веществ — повысило усвояемость фосфора. Под влиянием известкования содержание усвояемого фосфора формировалось благоприятнее при рН—5,5, чем при рН—7,5. Количество усвояемого фосфора при рН—5,5 было выше, чем при рН—7,5.

Табл. 1. Содержание в изученных почвах общего и усвояемого фосфора, а также углерода. (1) Название почвы. *a)* Калимпонг, аллювиальная почва. *b)* Бардвен, легкий суглинок. *c)* Бардвен, суглинок. *d)* Падеджан, черная почва. *e)* Джалпаджурн, аллювиальная почва. *f)* Пурулиа, латерит. (2) Глубина взятия образцов в см. (3) Содержание в исходной почве общего фосфора в %, усвояемого фосфора в мг/100 г. почвы и общего углерода в %. (4) Содержание в почве с предварительным удалением органического вещества общего фосфора в % и усвояемого фосфора в мг/100 г.

Табл. 2. Изменение содержания общего фосфора и усвояемого фосфора в почвах с предварительным удалением органического вещества под влиянием внесения фосфора в форме СаНРО₄ и различных органических фракций. (1) Название почвы (от *a)* до *f)* смотри в таблице № 1). (2) Глубина взятия образцов в см. (3) Внесенное органическое вещество и фосфор в г/100 г почвы. (4) Содержание в почве общего фосфора в мг/100 г под влиянием обработок гуминовой кислотой, фульвокислотой и гиматомелановой кислотой. (5) Внесенное органическое вещество и фосфор в г. (6) Содержание в почве усвояемого фосфора под влиянием обработок гуминовой кислотой, фульвокислотой и гиматомелановой кислотой, в мг/100 г.

* Содержание фосфора органических фракций прибавленных к почве:

гуминовая кислота	0,0030 г/100 г.
фульвокислота	0,0029 г/100 г.
гиматомелановая кислота	0,0018 г/100 г.

Табл. 3. Формирование содержания общего и усвояемого фосфора в почвах с предварительным удалением органического вещества под влиянием внесения фосфора в форме СаНРО₄ а также содержание в почвах усвояемого органического фосфора. (1) Название почвы (от *a)* до *f)* смотри в таблице № 1). (2) Глубина взятия образцов в см. (3) Содержание общего фосфора в % и усвояемого фосфора в мг/100 г почвы после обработки СаНРО₄ почв, предварительно лишенных органического вещества. (4) Содержание в почвах усвояемого органического фосфора в мг/100 г почвы под влиянием обработок гуминовой кислотой, фульвокислотой и гиматомелановой кислотой. + = данные в отношении содержания в почвах усвояемого органического фосфора: разницы в содержании усвояемого фосфора, определенного в вариантах без обработки и с обработкой органическими фракциями почвы, предварительно лишенной органического вещества.

Табл. 4. Изменение содержания общего и усвояемого фосфора в почвах с предварительным удалением органического вещества при внесении фосфора в форме СаНРО₄, в вариантах с одновременным внесением органических фракций и извести при рН 7—7,5. (1) Название почвы (от *a)* до *f)* смотри в таблице № 1). (2) Глубина взятия образцов в см. (3) Содержание усвояемого фосфора в мг/100 г почвы в почвах с предварительным удалением органического вещества в случае совместного внесения фосфора в форме СаНРО₄, извести, гуминовой кислоты, фульвокислоты и гиматомелановой кислоты. (4) При совместном внесении СаНРО₄, и извести, в мг/100 г почвы. (5) Содержание усвояемого фосфора в почве в вариантах с обработкой гуминовой кислотой, фульвокислотой и гиматомелановой кислотой, в мг/100 г. + = смотри в таблице № 3.

Табл. 5. Изменение содержания общего и усвояемого фосфора в почвах с предварительным удалением органического вещества при внесении фосфора в форме CaHPO_4 в вариантах с одновременным внесением органических фракций и извести при рН 5—5,5. (1) Название почвы (смотри от *a*) до *f*) в таблице № 1). (2) Глубина взятия образцов в см. (3) Содержание усвояемого фосфора в мг/100 г в почвах с предварительным удалением органического вещества в случае совместного внесения фосфора в форме CaHPO_4 , извести, гуминовой кислоты, фульвокислоты и гиматомелановой кислоты и (4) При совместном внесении CaHPO_4 и извести, в мг/100 г. (5) Содержание усвояемого фосфора в почвах в вариантах с обработкой гуминовой кислотой, фульвокислотой и гиматомелановой кислотой, в мг/100 г. + = смотри в таблице № 3.