

## Ammóniumlaktát oldható foszfát mennyiség változása rendszeres műtrágyázás hatására különböző talajokon

LÁNG GÉZA

*ATE Földműveléstani és Növénytermesztési Intézet,  
Keszthely*

A szántóföldi növények termésszintje Magyarországon a műtrágyafelhasználás növekedésével évről-évre emelkedett. Az intenzív szántóföldi növénytermelésre jellemző, hogy — főként az intenzív irányú fejlődés kezdetén — több foszfor és kálium hatóanyagot tartalmazó műtrágyát kell adni ahhoz, hogy a növények termőképességét optimálisan realizálni lehessen, mint amennyit a növény felvesz. A pozitív tápanyagmérleg eredményeként a talaj könnyen oldható foszforban és káliumban gazdagszik, ami a biztonságosan nagy termések érdekében kívánatos (COOKE [1]).

A talajok növények számára hasznosítható foszfor és káliumtartalmának változása jelentős mértékben a talaj tulajdonságaitól és az alkalmazott trágya adagjától függ (FÜLEKY [2]).

SARKADI és KÁDÁR [8] csernozjom talajon 100 kg/ha  $P_2O_5$ -t tart szükségesnek, hogy 1 mg/100 g talajjal emelkedjék az AL-foszfát tartalom. FÜLEKY és KÁDÁR [3] mészlepedékes csernozjom talajon szoros összefüggést talált a P-mérleg és az AL-oldható foszfortartalom között. „A mérleg 100 kg  $P_2O_5$ /ha-ral történő megváltozásakor az AL foszfor kb. 1 mg-mal” változott meg.

SARKADI [7] vizsgálatai azt mutatták, hogy 1 mg/100 g talaj AL foszfát növekedéshez 100-120 kg/ha  $P_2O_5$ -re volt szükség.

LÁNG [4] AL oldható foszforban igen szegény Ramann-féle barna erdőtalajon 10 éves tartamkísérlet eredménye alapján azt találta, hogy a növény szükségletén felül 110-120 kg/ha  $P_2O_5$  műtrágya hatóanyag szükséges ahhoz, hogy a talaj AL  $P_2O_5$  tartalma 10 ppm-el növekedjék.

LÁSZTITY és KÁDÁR [5] kísérletei szerint gyengén humuszos barna erdőtalajon melioratív műtrágya alkalmazása esetén 70—80 kg/ha P növelte a talaj AL oldható P-tartalma 10 ppm-el.

PEKÁRY és HOLLÓ [6] mélyben meszet is tartalmazó, a talaj szántott rétegében savanyú, AL módszer alapján felvehető foszforral gyengén ellátott csernozjom barna erdőtalajon végzett kísérletben ugyancsak nagyadagú (500-1000 kg/ha  $P_2O_5$ ) foszforműtrágya egyszeri alkalmazása nyomán azt találta, hogy 1 mg/100 g talaj AL  $P_2O_5$  növekedéséhez mintegy 70 kg/ha  $P_2O_5$  szükséges.

Az 1967. őszi egységes módszerrel megindított országos műtrágyázási tartamkísérletek egyik célja az volt, hogy adatokat nyerjünk arra vonatkozóan,

hogy a rendszeres műtrágyázás nyomán különböző talajféleségeken a „felvehető” foszfortartalomban milyen változások következnek be. Ezek az adatok hasznosak a termelő üzemek tápanyaggazdálkodásának fejlesztéséhez és a távlati műtrágya szükséglet becsléséhez. Ezért az országos műtrágyahálózat három telepén (Kompolt, Karcag, Nagyhörscök) 1976. őszén, 5 telepén (Bicsérd, Iregszemcse, Hajdúböszörmény, Hosszúhát, Putnok) 1977. őszén részletes talajvizsgálatot végeztünk. Így lehetőség nyílt 9, ill. 10 évi felhalmozódó hatás felmérésére.

### Anyagok és módszerek

A talajmintákat minden egyes parcelláról a felső 0-20 cm-es rétegről vettük, botfúróval, a parcellák netto területének 20-20 pontjáról. A talaj AL oldható foszfortartalmát a Komárom-megyei Mezőgazdasági Üzemek Agrokémiai Közös Vállalat (Tata) laboratóriuma vizsgálta meg. Az elemzések eredményét variancia analízissel értékeltük, s így megállapítottuk a vizsgálat hibáját, a kezelés átlagok közötti különbségek megbízhatóságát.

Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérlet 17. sz. A és B jelű kísérlete 1967. őszén indult őszi búza jelzőnövénnyel és így az első termést 1968-ban arattuk. Az A és B jelű kísérletek növényi sorrendjét az 1. táblázatban közöljük.

1. táblázat

#### A növényi sorrend a kísérletekben

(1) Sorszám	(2) Kísérleti évek	(3) A kísérletek jele és növényei	
		A	B
1.	1967/68	a) Búza	a) Búza
2.	1968/69	b) Kukorica	b) Kukorica
3.	1969/70	c) Árpa	b) Kukorica
4.	1970/71	d) Borsó	a) Búza
5.	1971/72	a) Búza	a) Búza
6.	1972/73	b) Kukorica	b) Kukorica
7.	1973/74	b) Kukorica	b) Kukorica
8.	1974/75	d) Borsó	a) Búza
9.	1975/76	a) Búza	a) Búza
10.	1976/77	b) Kukorica	b) Kukorica

A kísérletek 4 ismétlésben kerültek beállításra. A műtrágya adagokról az 2. táblázat tájékoztat.

Az A és B jelű kísérletekben alkalmazott foszfor műtrágya adagok gyakorlatilag azonosak voltak. A kísérletek talaja az alábbiak szerint jellemezhető:

#### 1. Kompolt

A kísérlet talaja a mezősegi és erdősegi talajok közötti átmenetet alkotó csernozjom barna erdőtalaj. A szántott réteg erősen savanyú agyagos vályog. Hidrolitos aciditása nagy, fizikai tulajdonságai kedvezőtlenek. Humusztartalma közepes, összes N-tartalma a humusztartalomhoz viszonyítva igen kicsi. Könnyen felvehető P-ral gyengén (40-50 ppm), K-mal mérsékelten közepesen (160 ppm) ellátott volt a kísérlet beállításakor.

2. táblázat

Foszformútrágya adagok

(1) A kezelés jele	(2) 9 éves tartamkísérlet helyei: Kompolt, Karcag, Nagyhörcsök				(3) 10 éves tartamkísérlet helyei: Putnok, Hosszúhát, Hajdúböszörmény, Ireg- szemcse, Bicsérd			
	A	B	Átlag	Évi átlag	A	B	Átlag	Évi átlag
	kísérlet				kísérlet			
P <sub>0</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—
P <sub>1</sub>	400	395	397	44	450	445	447	45
P <sub>2</sub>	800	790	795	88	900	890	895	90
P <sub>3</sub>	1165	1150	1172	130	1315	1300	1307	131

2. Putnok

A kísérletek a Sajó völgyében gyengén savanyú csernozjom barna erdőtalajon folytak. A humusz és N-tartalom jó közepesnek ítéltető. A könnyen felvehető P-tartalom gyenge közepes (50-60 ppm), az AL-K<sub>2</sub>O mennyisége általában jó közepes (160 ppm) volt.

3. Karcag

A kísérlet talaja mély humuszrétegű szolonyeces réti csernozjom. A szántott réteg karbonátmentes, gyengén savanyú vályogos agyag. Humusz és N-tartalma közepes. Laktátoldható P-ra gyengén (30-40 ppm), K-mal jó közepesen (220 ppm) ellátott volt.

4. Hosszúhát

A kísérlet réti talajon folyt. A szántott réteg mechanikai összetétele agyagos vályog, ill. vályogos agyag. A kísérlet talaja kémhatás szempontjából meglehetősen tarka, karbonátmentes savanyú kémhatású parcellák mellett szikfoltos, lúgos kémhatású parcellák is előfordulnak, de átlagosan semleges körülmények tekinthető. A talaj humusz és összes N-tartalma jó közepes. Könnyen felvehető P-tartalma gyenge (50-70 ppm), K-tartalma jó közepes, illetve sok (260 ppm) volt.

5. Hajdúböszörmény

A kísérlet talaja mély humuszrétegű réti csernozjom. A szántott réteg általában semleges, de a mészállapot szempontjából a terület meglehetősen tarka. Karbonátmentes parcellák mellett gyengén meszesek (0,5-1,0% CaCO<sub>3</sub>) is előfordulnak. A feltalaj vályogos agyag. A humusztartalom a talajtípusnak megfelelő, az összes N-tartalom igen magas. A talaj könnyen felvehető P-ra (40-60 ppm), és K-mal egyaránt gyengén (110 ppm) ellátott volt.

6. Iregszemcse

A kísérlet talaja közepesen kötött, mészlepedékes csernozjom. A szántott réteg gyengén lúgos kémhatású, szénsavas mésztartalma 6-10% között változó. Humusztartalma és összes N-tartalma közepes. Könnyen felvehető P-tartalma jó (120-170 ppm), K-tartalma mérsékelten közepes (150 ppm) volt.

3. táblázat  
A talaj AL—P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalma (ppm) 1976, illetve 1977. év őszen

(1) A kísérlet helye és jele	(2) A kísérlet kezelése				SzD <sub>5%</sub>	(1) A kísérlet helye és jele	(2) A kísérlet kezelése				SzD <sub>5%</sub>
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>			P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	
Kompolt						Hajdúböszörmény					
A	31	46	68	80	17	A	35	55	74	106	20
B	33	47	69	97	9	B	41	58	87	108	25
a) Átlag	32	47	69	89	10	a) Átlag	38	57	81	107	16
Putnok						Iregszémcse					
A	34	47	63	68	21	A	99	124	171	211	28
B	34	49	67	102	17	B	115	140	169	210	33
a) Átlag	34	48	65	85	13	a) Átlag	107	132	170	211	22
Karcag						Nagyhörcsök					
A	24	34	49	60	15	A	56	72	99	128	20
B	23	35	46	59	13	B	53	76	104	136	22
a) Átlag	26	35	48	60	10	a) Átlag	55	74	102	132	14
Hosszúhát						Bicsérd					
A	39	50	73	114	18	A	29	31	52	62	19
B	40	55	78	98	20	B	24	34	54	80	11
a) Átlag	40	53	76	106	14	a) Átlag	27	33	53	71	11
b) A 8 kísérleti hely átlaga							45	60	83	108	14

### 7. Nagyhörcsök

A kísérlet talaja löszön kialakult mészlepedékes csernozjom. A szántott réteg gyengén lúgos, CaCO<sub>3</sub> tartalma 3% köiüli. A hy<sub>1</sub> értékek alapján könnyű vályognak minősíthető. Humusztartalma és N-tartalma egyaránt jó közepes felvehető P-ral gyengén (60-80 ppm), K-mal mérsékeltén közepesen (160 ppm) ellátott volt.

### 8. Bicsérd

A kísérlet löszön kialakult barna erdőtalaj lejtőhordalékán folyt. A szántott réteg mérhető mennyiségű meszet nem tartalmaz, kémhatása semleges. Mechanikai összetétele a hy<sub>1</sub> értékből ítélve középkötött vályog. Humusztartalma gyenge közepes, könnyen felvehető P-ral gyengén (30-70 ppm), K-mal közepesen (210 ppm) ellátott volt. A P-tartalomban azonban nagy ingadozások mutatkoztak (20-60 ppm).

### Az eredmények és értékelésük

Az 1976. és 1977. őszen vett talajminták elemzése az AL oldható foszfor mennyiségében bekövetkezett változásokat regisztrálja (3. táblázat). Az A és B jelű kísérletek talajvizsgálatai általában jól megegyeznek. Ennek ellenére a részletadatokat vettük a számítás alapjául, kísérleti helyenként 40 mérés adatát.

A talajvizsgálatai adatok azt mutatják, hogy valamennyi kísérleti helyen a rendszeres foszforműtrágyázás hatására a talaj AL foszfortartalmában differenciák alakultak ki, amelyek nagysága szoros összefüggésben van a kísérlet során kiadott foszforműtrágya mennyiségével.

A kísérletekben 9, ill. 10 éven át kis, ill. közepes mennyiségű foszfor hatóanyagot kaptak az egyes kezelések, ennek megfelelően a talaj AL fosz-

4. táblázat

Szem (mag) és szalma (szár) terméssel kivont foszformennyisége  $P_2O_5$  kg/ha (1967—1977)

(1) A kísérlet helye és jele	(2) A kísérlet kezelései				(1) A kísérlet helye és jele	(2) A kísérlet kezelései			
	$P_0$	$P_1$	$P_2$	$P_3$		$P_0$	$P_1$	$P_2$	$P_3$
Kompolt					Hajdúbö- szörmény				
A	354,4	370,1	368,4	388,2	A	469,6	524,5	533,1	567,7
B	345,2	358,2	369,8	382,3	B	406,6	500,1	495,3	512,6
a) Átlag	350	364	369	385	a) Átlag	438	512	514	540
Putnok					Iregszemcse				
A	408,3	430,1	435,0	468,0	A	438,1	451,4	454,6	495,4
B	413,9	438,2	484,7	452,8	B	439,3	461,5	457,8	506,8
a) Átlag	411	432	459	460	a) Átlag	438	456	456	501
Karcag					Nagyhőr- csög				
A	396,5	429,4	440,1	459,3	A	360,4	423,9	421,9	448,5
B	404,2	445,5	434,7	444,4	B	351,1	412,6	412,8	438,0
a) Átlag	400	437	437	452	a) Átlag	356	418	417	443
Hosszúhát					Bicsérd				
A	388,1	398,4	399,9	393,6	A	488,6	532,7	533,1	558,9
B	430,7	431,0	436,5	438,2	B	471,1	526,7	543,0	559,8
a) Átlag	409	414	418	415	a) Átlag	480	529	538	559

fortartalmában sem nagyok a differenciák, de igen jól megfelelnek a műtrágya dózisoknak.

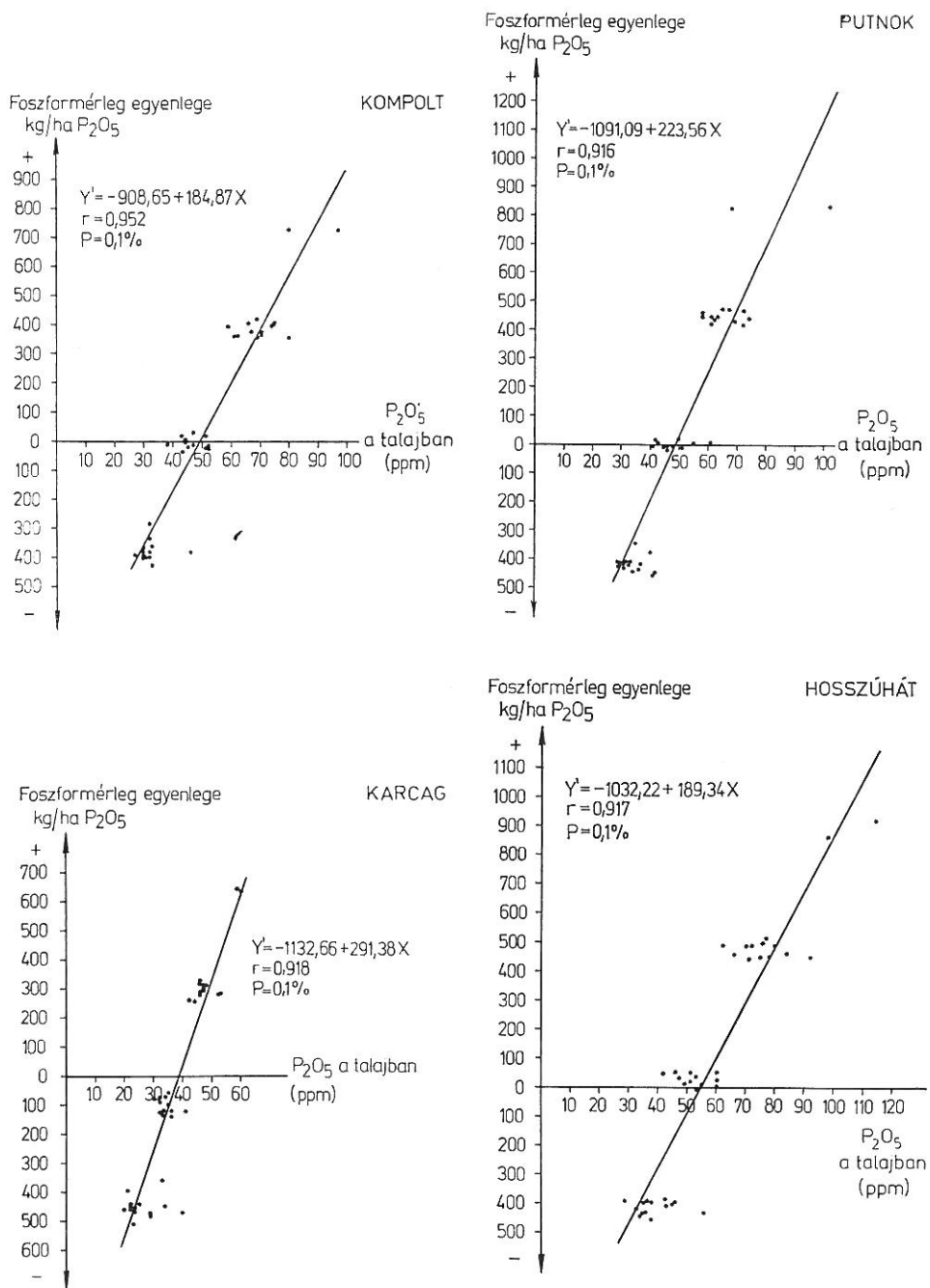
A föld feletti termés mennyisége és átlagos összetétele (100 kg szemtermésre búzánál 1 kg, tavaszi árpánál 1,14 kg, kukoricánál 0,85 kg, borsónál 1,7 kg  $P_2O_5$ ) alapján kiszámítottuk a növény termésével kivont foszfor mennyiséget (4. táblázat).

5. táblázat

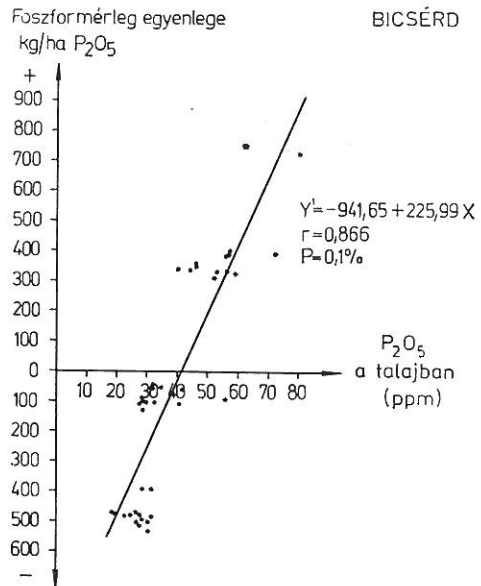
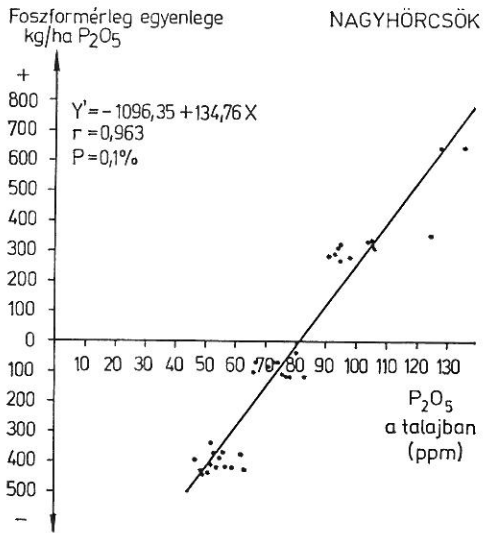
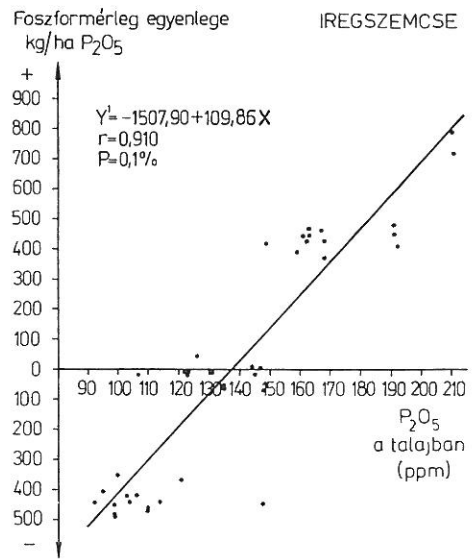
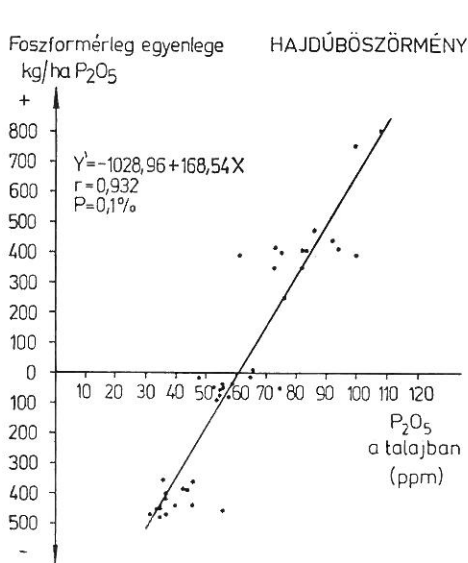
Foszformérleg  
(Műtrágyával adott és terméssel kivont  $P_2O_5$ -különbsége)  
( $P_2O_5$  kg/ha)

(1) Kísérlet helye	$P_0$	$P_1$	$P_2$	$P_3$
Kompolt	-350	+33	+426	+787
Putnok	-411	-13	+435	+847
Karcag	-400	-40	+358	+720
Hosszúhát	-409	-32	+477	+891
Hajdúböszörmény	-438	-65	+381	+767
Iregszemcse	-439	-9	+439	+806
Nagyhőresök	-356	-21	+378	+729
Bicsérd	-480	-68	+357	+748
a) Átlag	-410	-27	+406	+787
b) Évi átlag			+42	+82

Összevetve a műtrágyával adott és a terméssel kivont foszfor mennyiségét, a különbség mutatja a foszformérleget (5. táblázat). A foszformérleg a kontroll kezelésen kívül a  $P_1$  műtrágya adagnál (44 kg/ha/év  $P_2O_5$ ) is passzív volt, míg a  $P_2$  és  $P_3$  adag valamennyi kísérleti helyen pozitív tápanyagmérle-

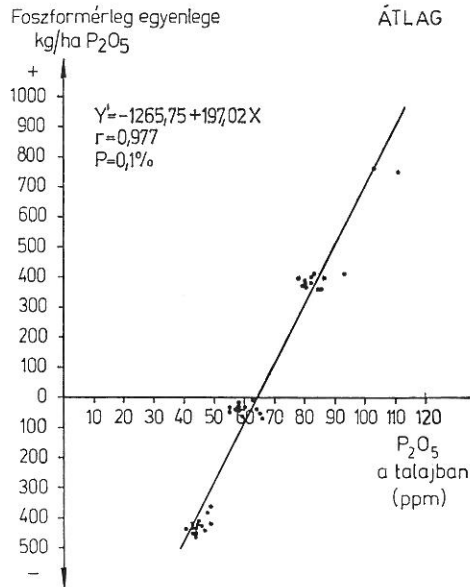


1. ábra  
Foszfórmérleg egyenlege



a 8 kísérleti helyen

get eredményezett, és pedig 88 kg-os évi foszforadagnál évente átlag 42 kg, 130 kg-os évi adagnál 82 kg az a  $P_2O_5$  mennyiség, amely a műtrágyából a növény által kivont mennyiséget meghaladta.



2. ábra

A foszformérleg egyenlegeinek átlaga

A foszformérleg adatai és a talaj AL-oldható foszfortartalmának összefüggését regresszió analízissel vizsgáltuk és ennek eredményét az 1. és 2. ábra szemlélteti. Valamennyi kísérleti helyen a foszforműtrágya adaggal lineárisan változott a talaj AL-oldható foszfortartalma és a változás ilyen összefüggése igen szorosnak és megbízhatónak mutatkozott.

A regressziós összefüggésből számítva 10 ppm AL-oldható foszfortartalom változáshoz a foszformérleg 6. táblázatban összefoglalt értékei tartoznak.

A kísérleti helyenként a talaj AL-oldható foszfortartalmának növeléséhez szükséges foszformennyiségek igen különbözőek. A kísérleti helyek többségén lényegesen több foszforműtrágyára volt szükség a talaj AL-oldható foszfortartalmának módosítására, mint amilyen mértékeket a hivatkozott tanulmányok közölnek.

A talaj alap AL-oldható foszfortartalma és a talaj gazdagításához szükséges foszformennyiség között szoros összefüggést találtunk (3. ábra). Az összefüggés logaritmikus. Ennek megfelelően legkevesebb foszfát kellett a talaj AL foszfortartalmának 10 ppm-el való növeléséhez Iregszemcsén, (110 kg/ha  $P_2O_5$ ), és Nagyhöröcsökön (135 kg/ha  $P_2O_5$ ), míg Hajdúböszörményben (169 kg/ha  $P_2O_5$ ), Kompolton (185 kg/ha  $P_2O_5$ ), és Hosszúhátton (189 kg/ha  $P_2O_5$ ) közepes mennyiség, Putnokon (224 kg/ha  $P_2O_5$ ), Bicsérdén (226 kg/ha  $P_2O_5$ ) és Karcagon (291 kg/ha  $P_2O_5$ ) pedig a legtöbb.

Az ábrából látható, hogy minél gazdagabb a talaj foszforban, annál kevesebb foszfor műtrágya kellett ahhoz, hogy a talaj AL  $P_2O_5$  tartalma 10 ppm-el növekedjék.



A hazai kísérletek adataitól való eltérés egyik valószínű oka ezért az lehet, hogy kísérleti helyeink nagy részén a talaj foszforban igen szegény volt.

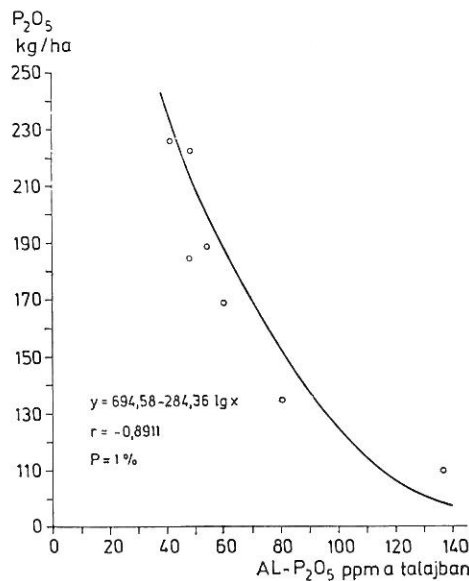
A kísérleti helyek száma nem elegendő ahhoz, hogy a talaj egyéb tulajdonságai és a talajgazdagításhoz szükséges foszfor mennyisége közötti összefüggést bizonyítani lehetne.

A kísérletben szereplő műtrágya adag tartományban minden kísérleti helyen lineáris összefüggés mutatkozott a foszformérleg és a talaj AL foszfortartalmának változása között, tehát a növekvő műtrágya adag nem módosította a feltöltéshez szükséges foszformennyiséget. A legnagyobb évi adag 131 kg/ha  $P_2O_5$  volt. Melioratív (500-1000 kg/ha  $P_2O_5$ ) foszfor műtrágya adagok kiszórásánál Kompolton – a bemutatott kompolti kísérletünkkel azonos talajon – PEKÁRY és HOLLÓ [6] azt találta, hogy 70 kg/ha  $P_2O_5$  elegendő 10 ppm AL foszfor gyarapodásához. Ugyanakkor kísérleteinkben ehhez 185 kg/ha  $P_2O_5$ -re volt szükség. A két kísérlet eredménye közötti eltérésnek egyik valószínű lényeges oka az lehet, hogy az

6. táblázat

10 ppm AL oldható foszfortartalom változásához szükséges foszfor ( $P_2O_5$ ) mennyiség

(1) A kísérlet helyei	(2) Regressziós koefficiens	(3) $P_2O_5$ konfidencia határ (P = 5% szinten)	
		alsó	felső
ppm			
1. Kompolt	185	157	212
2. Putnok	224	191	256
3. Karcag	291	250	333
4. Hosszúhát	189	162	216
5. Hajdúböszörmény	169	147	190
6. Iregszemcse	110	93	126
7. Nagyhörcsők	135	119	144
8. Bicsérd	226	183	269
a) Átlag	197	183	211



3. ábra

A kísérlet beállításkori talaj  $P_2O_5$  tartalma és a 10 ppm AL- $P_2O_5$  növekedéséhez szükséges műtrágya- $P_2O_5$  mennyiségének összefüggése. Független tengely: A talaj AL- $P_2O_5$  tartalmának 10 ppm-el való növeléséhez szükséges műtrágya- $P_2O_5$  kg/ha

egyszerre adott nagy mennyiségű vízben oldható foszfát egy év alatt csak kis mértékben alakult át, így az AL oldással kimutatható volt. Az évek során azonban, amint PEKÁRY és HOLLÓ kísérleteiből kitűnik, a növény által kivont foszfor mennyiségnél nagyobb mértékben csökkent a talaj AL foszfát tartalma. Így a nagy adag egyszeri alkalmazása csak pillanatnyi előny volt a talaj feltöltéséhez, mert igen gyorsan — a negyedik év végére — az AL foszfát tartalom a talajban lecsökkent. A 9 éven át viszonylag szerény foszfor műtrágya adagok átalakulására a talajban hosszabb idő állt rendelkezésre, ami a két kísérletben kapott értékek különbségét jól magyarázhatja.

Annak a kérdésnek az eldöntése, hogy fokozatosan gazdagítsuk a talajokat a növények számára hasznosítható foszforvegyületekben, vagy melioratív nagyadagokkal hamarabb érjük el ugyanazt, kísérletek adatai alapján véglegesen nem lehetséges. Nem bizonyítják egyik módszernek sem a lényeges fölényét. Így mind a két módszer alkalmazható és elsősorban ökonómiai és népgazdasági mérlegelések dönthetnek.

Ilyen megfontolásból országos méretekben általában a fokozatos feltöltés javasolható, a melioratív foszforműtrágyázást a táblák vagy tömbök foszfor szolgáltató képességének kiegyenlítésére esetenként célszerű alkalmazni.

### Összefoglalás

9, ill. 10 éves tartamkísérletekben 8 helyen, különböző talajadottságok között vizsgáltuk a rendszeres foszfátrágyázás hatását a talaj AL-oldható foszfát tartalmára.

Valamennyi kísérleti helyen a különböző adagú foszforműtrágya hatása a talaj AL foszfát tartalmában differenciák alakultak ki, amelyek nagysága szoros összefüggést mutatott a kísérlet során kiadott foszforműtrágya mennyiséggel.

A foszformérleg adatai és a talaj AL-oldható foszfát tartalma közötti összefüggés lineárisnak mutatkozott, így a vizsgált tartományban (évente 45-130 kg/ha  $P_2O_5$ ) foszforműtrágya adag nagysága nem befolyásolta a talaj egységnyi AL foszfát tartalmának változásához szükséges műtrágya mennyiségét. A kísérleti helyek átlagában 10 ppm AL-oldható foszfát tartalom növekedéshez 197 kg/ha  $P_2O_5$  volt szükséges. Az átlag konfidencia határai 183-211 kg/ha  $P_2O_5$  volt. Kísérleti helyenként a szélső értékek 110 és 291 kg/ha  $P_2O_5$  voltak.

Igen megbízható kapcsolatot találtunk a talaj alap AL-oldható foszfát tartalma és az egységnyi foszfát tartalom növeléséhez szükséges foszfor műtrágya mennyisége között. Az összefüggés logaritmikusan mutatkozott. A talaj gazdagításához szükséges viszonylag magas értékek magyarázata lehet egyrészt az, hogy többségében a kísérleti helyek talaja AL-oldható foszforban szegény volt, másrészt, hogy a tápanyagmérleg szerint a talaj gazdagítására maradó foszformennyiség a legnagyobb adagnál is csak évi 82 kg/ha  $P_2O_5$  volt és 9-10 év alatt az évről-évre adagolt vízben oldható foszforvegyületek átalakulására viszonylag hosszú idő állott rendelkezésre.

A foszfát trágyázásnál a fokozatos vagy melioratív feltöltés kérdésében elsősorban ökonómiai és népgazdasági mérlegelések döntenek. Ilyen megfontolásból országos méretekben általában a fokozatos feltöltés javasolható. Melioratív foszfátműtrágyázást táblák, vagy tömbök foszfátszolgáltató képességének kiegészítésére célszerű alkalmazni.

### Irodalom

- [1] COOKE, G. W.: Trágyázás és jövedelmező gazdálkodás Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1965.
- [2] FÜLEKY, GY.: A talaj foszforállapotát és könnyen oldható foszfortartalmát befolyásoló legfontosabb tényezők (Kandidátusi értekezés). 1977.
- [3] FÜLEKY, GY. & KÁDÁR, I.: A talaj P állapotának változása tartamkísérletben I. Agro-kémia és Talajtan. **24.** 29—45. 1975.
- [4] LÁNG, G.: Foszfortrágyázási tartamkísérletek. Nemzetközi Mezőgazdasági Szemle (1) 46—51. 1978.
- [5] LÁSZTITY, B. & KÁDÁR, I.: Adatok a feltöltő PK-műtrágyázás vizsgálatához barna erdőtalajon. Agro-kémia és Talajtan. **27.** 119—129. 1978.
- [6] PEKÁRY, K. & HOLLÓ, S.: A feltöltő PK trágyázás hatása a talajra és a termésre csernozjom barna erdőtalajon. Növénytermelés. **28.** 163—174. 1979.
- [7] SARKADI, J.: A műtrágyaigény becslésének módszerei. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1975.
- [8] SARKADI, J. & KÁDÁR, I.: The Interaction Between Phosphorus Fertilizer Residues and Fresh Phosphate Dressings in a Chernozem Soil. Agro-kémia és Talajtan. **23.** Suppl. 93—100. 1974.

*Érkezett: 1979. július 26.*

## Changes in the Quantity of Ammonium Lactate-Soluble Phosphate in Various Soils as the Result of Regular Fertilization

G. LÁNG

Institute of Agriculture and Plant Production of the University of Agriculture, Keszthely (Hungary)

### Summary

The effect of regular phosphate fertilization on the AL-soluble phosphate content of the soil was studied in long-term (9 and 10 year) field experiments at 8 sites with different soil conditions.

At each experimental site differences developed in the AL-phosphorus content of the soil under the effect of different doses of phosphorus fertilizer. The size of the difference showed a close correlation with the amount of phosphorus fertilizer applied in the course of the experiment.

The correlation between the data of the phosphorus balance and the AL-soluble phosphate content of the soil proved to be linear, thus in the range tested (45—130 kg/ha  $P_2O_5$  a year) of the phosphorus fertilizer dose did not influence the amount of fertilizer required to produce one unit change in the AL phosphate content of the soil. Averaged over the experimental sites, 197 kg/ha  $P_2O_5$  was required to produce a 10 ppm increase in the AL-soluble phosphate content. The mean confidence limits were 183—111 kg/ha  $P_2O_5$ . The extreme values for the experimental sites were 110 and 291 kg/ha  $P_2O_5$ .

A very significant correlation was found between the original AL-soluble phosphorus content of the soil and the amount of phosphorus fertilizer required to produce one unit increase in the phosphorus content. The correlation proved to be logarithmic. The relatively high values, required for soil enrichment can perhaps be explained partly by the fact

that the soils of the experimental sites were mostly poor in AL-soluble phosphorus, and partly by the fact that according to the nutrient balance the amount of phosphorus remaining for soil enrichment was only 82 kg/ha  $P_2O_5$  a year even for the highest dose and in 9—10 years a relatively long period was available for the transformation of the water-soluble phosphorus compounds supplied from year to year.

In phosphate fertilization the question of gradual or ameliorative replenishment will be determined primarily by economic considerations at a farm and national level. Consequently, on a national scale, gradual replenishment is generally advisable. It may be practicable to apply ameliorative phosphate fertilization in order to rectify the phosphate-supplying capacity of fields or blocks.

*Table 1.* The order of crops in the experiment. (1) Serial No. (2) Experimental years. (3) Designation of the experiments and the crops: a) Wheat; b) Maize; c) Barley; d) Pea.

*Table 2.* Phosphorus fertilizer doses. (1) Treatment. (2) Sites in the 9-year experiment. (3) Sites in the 10-year experiment, experiments A and B, mean and annual mean.

*Table 3.* AL- $P_2O_5$  content of the soil (ppm) in autumn 1976 and 1977. (1) Site and designation of the experiment: a) Mean. (2) Treatments used in the experiment. b) Mean over the 8 experimental sites.

*Table 4.* Amount of phosphorus extracted with the grain and stalk yield,  $P_2O_5$  kg/ha. For legends: see Table 3.

*Table 6.* Amount of phosphorus ( $P_2O_5$ ) required to produce a 10 ppm change in the AL-soluble phosphorus content. (1) Experimental sites. a) Mean. (2) Regression coefficient. (3)  $P_2O_5$  confidence limits (at the  $P = 5\%$  level): lower and upper limit.

*Fig. 1.* The phosphorus balance at the 8 experimental sites. Horizontal axis:  $P_2O_5$  ppm in the soil.

*Fig. 2.* Mean of the phosphorus balance.

*Fig. 3.* Correlation between the  $P_2O_5$  content of the soil when the experiment was set up and the amount of  $P_2O_5$  fertilizer required for a 10 ppm increase in AL- $P_2O_5$ . Vertical axis: Amount of  $P_2O_5$  fertilizer required to increase the AL-soluble  $P_2O_5$  content of the soil by 10 ppm, kg/ha. Horizontal axis: AL- $P_2O_5$  ppm in the soil.

## Über die Erhöhung des AL—P-Gehaltes von verschiedenen Böden bei regelmässiger Mineraldüngung

G. LÁNG

Institut für Bodenbearbeitung und Pflanzenbau der Agrarwissenschaftlichen Universität zu Keszthely, Keszthely, (Ungarn)

### Zusammenfassung

Es wurde im Laufe von 9 bzw. 10 Jahren in Dauerversuchen die Wirkung der regelmässigen P-Mineraldüngung auf den AL-löslichen Phosphatgehalt des Bodens an 8, verschiedene Bodenmerkmale aufweisenden Standorten untersucht.

Die verschieden hohen P-Mineraldüngergaben verursachten an allen Standorten Differenzen im AL-Gehalt des Bodens, deren Grösse in engem Zusammenhang mit den angewandten P-Düngermengen stand.

Der Zusammenhang zwischen den Angaben der P-Bilanz und dem AL-löslichen Phosphorgehalt der Böden war linear, so dass im untersuchten Bereich (45—130 kg  $P_2O_5$ /ha/Jahr) die Grösse der P-Mineraldüngergabe die zur Änderung des AL-Phosphatgehaltes um eine Einheit erforderliche Düngermenge nicht beeinflusst hat. Im Mittel aller Standorte erwiesen sich 197 kg  $P_2O_5$ /ha notwendig zur Erhöhung der AL-P-Werte um 10 ppm. Der Bereich der Konfidenz der Mittelwerte lag bei 183—211 kg  $P_2O_5$ /ha. Die Extremwerte aller Angaben waren 110, bzw. 291 kg  $P_2O_5$ /ha.

Ein recht gesicherter, logarithmischer Zusammenhang wurde zwischen dem ursprünglichen AL-löslichen P-Gehalt des Bodens und der zur Erhöhung desselben um eine Einheit benötigten P-Mineraldüngermenge gefunden. Die Erklärung für die verhältnismässig hohen Werte der zur Anreicherung des Bodens notwendigen P-Düngermengen kann einerseits darin bestehen, dass der Boden der Versuchsorte in der Mehrzahl an AL-löslichem Phosphat arm gewesen war, andererseits darin, dass die zur Anreicherung des Bodens dienen-

de P-Menge — der Nährstoffbilanz nach — auch bei der grössten Gabe 82 kg  $P_2O_5$ /ha nicht überschritt, und letztlich, dass zur Umwandlung der von Jahr zu Jahr gegebenen wasserlöslichen Phosphatverbindungen innerhalb der 9—10 Jahre eine verhältnismässig lange Zeitspanne zur Verfügung gestanden ist.

In der Frage einer stufenweisen oder meliorativen P-Aufdüngung können in erster Linie ökonomische und volkswirtschaftliche Überlegungen entscheiden. Aus diesen Gründen kann im Allgemeinen eine stufenweise Aufdüngung empfohlen werden. Eine meliorative Phosphatdüngung kann als Mittel zum Ausgleich vom P-Lieferungsvermögen von Schlägen oder Feldern angewendet werden.

*Tab. 1.* Pflanzfolge in den Versuchen. (1) Laufende Nummer. (2) Versuchsjahre. (3) Bezeichnung des Versuches und Versuchspflanzen: a) Weizen; b) Mais; c) Gerste; d) Erbsen.

*Tab. 2.* P-Mineraldüngergaben. (1) Bezeichnung der Variante. (2) Standorte des 9-jährigen Dauerversuches. (3) Standorte des 10-jährigen Dauerversuches, A- und B-Versuche, Mittelwerte und Jahresdurchschnitt.

*Tab. 3.* AL- $P_2O_5$ -Gehalt des Bodens (in ppm) im Herbst 1976 und 1977. (1) Standort und Bezeichnung des Versuches: a) Mittelwert. (2) Varianten des Versuches. b) Mittelwert von 8 Versuchsorten.

*Tab. 4.* Die durch den Korn- (Samen-) und Stroh- (Stengel-) Ertrag entzogene P-Menge,  $P_2O_5$  kg/ha. Bezeichnungen s. unter Tab. 3.

*Tab. 5.* P-Bilanz (Differenz des mit dem Mineraldünger zugeführten und dem Ertrag entzogenen  $P_2O_5$ ), ( $P_2O_5$  kg/ha). (1) Versuchsort. a) Mittelwert. b) Jahresdurchschnitt.

*Tab. 6.* Die zur Erhöhung des AL-löslichen P-Gehaltes um 10 ppm notwendige P-Menge (in  $P_2O_5$ ). (1) Versuchsorte. a) Mittelwert. (2) Regressionskoeffizient. (3)  $P_2O_5$ -Konfidenzbereiche (bei  $P = 5\%$ ): untere und obere Grenzwerte.

*Abb. 1.* Saldo der P-Bilanz an den 8 Versuchsorten. Abszisse:  $P_2O_5$  ppm im Boden.

*Abb. 2.* Mittelwert der Salden der P-Bilanz.

*Abb. 3.* Zusammenhang zwischen dem ursprünglichen  $P_2O_5$ -Gehalt des Bodens und der zur Erhöhung des AL-P-Wertes um 10 ppm notwendigen  $P_2O_5$ -Mineraldüngermenge (kg/ha). Ordinate: zur Erhöhung des AL-P-Wertes um 10 ppm benötigte Mineraldüngermenge,  $P_2O_5$  kg/ha. Abszisse: AL- $P_2O_5$  (in ppm) im Boden.

## Изменение содержания в почве фосфатов, растворимых в лактате аммония, под влиянием систематического внесения минеральных удобрений на различных почвах

Г. ЛАНГ

Институт земледелия и растениеводства Аграрного Университета в Кастхей (Венгрия)

### Резюме

На восьми местах девятилетних или десятилетних опытов, в различных почвенных условиях изучали влияние систематического внесения фосфорных минеральных удобрений на содержание в почве фосфатов, растворимых в лактате аммония (АЛ-растворимые).

На всех опытах под влиянием внесения различных доз фосфорных минеральных удобрений создались определенные различия содержания в почве АЛ-растворимых фосфатов, величины которых находятся в тесной зависимости с дозами внесенных фосфорных минеральных удобрений.

Установлена линейная зависимость между данными баланса фосфора и содержанием в почве АЛ-растворимых фосфатов, так в изученных пределах (ежегодно 45—130 кг/га  $P_2O_5$ ) дозы фосфорного удобрения не влияли на количество минерального удобрения, необходимого для изменения содержания АЛ-растворимых фосфатов на единицу почвы.

Для увеличения содержания АЛ-растворимых фосфатов в среднем на 10 ppm требовалось 197 кг/га  $P_2O_5$ , 183—211 кг/га  $P_2O_5$  явились достоверными пределами этих усредненных величин. По отдельным опытным участкам крайние величины составляли 110 и 291 кг/га  $P_2O_5$ .

Начали изучать связь между содержанием в почве АЛ-растворимого фосфора и количеством фосфорных минеральных удобрений, необходимых для увеличения единичного содержания фосфора. Эта зависимость является логарифмической. Потребность в относительно высоких дозах, необходимых для обогащения почвы, можно объяснить, с одной стороны, недостатком АЛ-растворимых фосфатов в большинстве почв опытных участков, с другой стороны тем, что по балансу питательных веществ количество фосфора, остающегося для обогащения почвы, даже при самых высоких дозах его внесения составляло в год всего 82 кг/га  $P_2O_5$  и 9—10 лет явились значительным периодом для преобразования ежегодно вносимых, растворимых в воде соединений фосфора. При внесении фосфорных минеральных удобрений, вопрос о постепенном или мелиоративном их внесении решается, исходя в первую очередь, из экономических и народно-хозяйственных соображений. Учитывая это, в государственных масштабах обычно рекомендуем постепенное внесение фосфорных минеральных удобрений. Мелиоративное внесение этих удобрений для уравнивания запасов фосфора целесообразно проводить на отдельных полях или массивах.

*Табл. 1.* Чередование культур в опытах. (1) Номер. (2) Год опыта. (3) Обозначение опыта и культуры: а) Пшеница. б) Кукуруза. с) Ячмень. д) Горох.

*Табл. 2.* Дозы фосфорных минеральных удобрений. (1) Обозначение опыта. (2) Места проведения девятилетних опытов. (3) Места проведения десятилетних опытов. (3) Места проведения десятилетних опытов, опыты А и В, среднее и среднегодовое.

*Табл. 3.* Содержание в почве АЛ-растворимого  $P_2O_5$  в (ppm) в 1976 году или осенью 1977 года. (1) Место и обозначение опыта: а) Среднее. (2) Вариаты опыта. б) Среднее по восьми местам опыта.

*Табл. 4.* Количество фосфора в кг/га  $P_2O_5$  извлеченное урожаями зерна и соломы (стеблей). Обозначения смотри в таблице 3.

*Табл. 5.* Баланс фосфора (Разницы между внесенным с минеральными удобрениями и вынесенным урожаем фосфором) (в кг/га  $P_2O_5$ ) (1) Место опыта. а) Среднее. б) Среднегодовое.

*Табл. 6.* Количество фосфора ( $P_2O_5$ ) требующееся для изменения содержания АЛ— $P_2O_5$  на 10 ppm. (1) Место проведения опыта. а) Среднее. (2) Коэффициент регрессии. (3) Граница конфиденции  $P_2O_5$  (на уровне  $P = 5\%$ ) нижняя и верхняя.

*Рис. 1.* Сальдо баланса фосфора на восьми местах проведения опыта. По горизонтальной оси:  $P_2O_5$  ppm в почве.

*Рис. 2.* Средние сальдо баланса фосфора.

*Рис. 3.* Зависимость между содержанием в почве  $P_2O_5$  в момент заложения опыта и количеством  $P_2O_5$  фосфорного минерального удобрения, необходимым для увеличения АЛ— $P_2O_5$  на 10 ppm. По вертикальной оси: количество  $P_2O_5$  в кг/га, необходимое для увеличения содержания в почве АЛ— $P_2O_5$  на 10 ppm. По горизонтальной оси: содержание АЛ— $P_2O_5$  в почве, ppm.