

## A P-lekötődés és -szolgáltatás tanulmányozása tenyészedény-kísérletben

SÁRDI KATALIN

Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely

### Bevezetés

A talajba juttatott foszforműtrágyák vízzoldható formában lévő vegyületei többnyire rövid időn belül valamilyen kevésbé vagy nem felvehető formává alakulnak át. Ezt sok kísérleti eredmény igazolja, melyek arra is rámutatnak, hogy a folyamat intenzitása, tehát a P-megkötés (adszorpció) és -lekötődés (fixáció) mértéke a talajok tulajdonságainak függvénye (MENGEL, 1982).

A foszfor lekötődésében fő szerepet játszó talajtulajdonságokat számos kísérletben tanulmányozták és azt is kimutatták, hogy a jelenséget nagymértékben befolyásolja a talajok agyagásványainak mennyisége és minősége (PRATT et al., 1969; GALINDO et al., 1971 stb.).

A P- és K-mérleget tartamkísérletekben ugyancsak több szerző tanulmányozta (PRASAD & SINHA, 1981 stb.)

A foszfor utóhatásának tanulmányozására különböző növényekkel végzett kísérletek eredményei rámutattak arra, hogy az egyes fajok között jelentős különbségek vannak abban, hogy milyen mértékben képesek felvenni a nehezebben oldódó foszfátokat, bár ez a tenyészidő hosszával együtt csökken. Az angolperje egyes növényeknél jobb hatásfokkal képes a műtrágyák utóhatásából származó foszfor felvételére (BARROW, 1980).

Korábbi kísérleteinkben az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletekből (OMTK) származó talajokkal, angolperje jelzőnövénytel tenyészedény-kísérletekben vizsgáltuk a különböző talajtípusok tápelemszolgáltató képességét. A kálium tápelemre kapott eredményeket több közleményben ismertettük (SÁRDI, 1993; SÁRDI & DEBRECZENI, 1998).

A kísérletek során elvégzett vizsgálatok eredményei lehetőséget adtak a műtrágyával kijuttatott foszfor utóhatásának, valamint az oldhatósági viszonyok megváltozásának tanulmányozására is. A kísérleti eredmények további elemzésével arra a kérdésre is választ keresünk, hogy a foszfor lekötődése és az agyagásványok minősége között milyen kapcsolat mutatható ki.

Kísérletünk e részében, a foszforvegyületek oldhatósági viszonyainak tanulmányozása során vizsgálatainkat az alábbi kérdések köré csoportosítottuk:

- Hogyan tudják a növények hasznosítani a tartamhatásból származó foszfort?
- Milyen a frissen adott foszfor hatása?
- Milyen mértékben képesek a talajok a foszfort biztosítani hosszabb időn át (az angolperje növedékei számára)?
- Milyen az egyes talajféleségeknél a P-adszorpció mértéke, ill. van-e -szolgáltatás?

### Anyag és módszer

A tenyészedény-kísérletet az OMTK 9 kísérleti helyéről – a megfelelően kiválasztott parcellák talajából – az A/1920. számú kísérletből, a 20. évben vett talajmintákkal állítottuk be angolperje jelzőnövényvel. Az 1 kg talajt tartalmazó tenyészedényekbe 1000 angolperje magot vetettünk CHAMINADE (1960) módszere alapján. A talajokat a vízkapacitás 100 %-ára (vízátfolyásig) öntöttük.

A kísérleti helyek, ill. talajok főbb agroökológiai, talajtani, valamint agrokémiai jellemzőire itt nem térünk ki, azok a tartamkísérletek eredményeit ismertető „Trágyázási kutatások 1960–1990” című könyvben (DEBRECZENI B. & DEBRECZENI B-NÉ, 1994) megtalálhatók.

A 20 éven keresztül alkalmazott alapkezelések az NPK sorrendjében az alábbiak voltak: 000, 441 és 442, azaz trágyázatlan kontroll, valamint 200–200–100, ill. 200–200–200 kg/ha N–P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–K<sub>2</sub>O. Az egyes alapkezelésekre adott új kezelések az alábbiak voltak: N<sub>1</sub>, N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>, N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>, N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>. A 4 ismétlésben végzett kezelésekben kijuttatott P-mennyiségek: P<sub>1</sub> = 200, P<sub>2</sub> = 400 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg.

Az angolperjét 5 alkalommal vágtuk. A vágások után meghatároztuk a növények szárazanyagtömegét, NPK-tartalmát és az edényenként felvett foszfor mennyiségét (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/edény). A felvett foszfor mennyiségét nem elemi foszforra vonatkoztatva adjuk meg, hogy a talajban lévő, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ben kifejezett értékekkel összevethető legyen.

A foszfor tápelemforgalom tanulmányozására egy leegyszerűsített mérlegszámítást alkalmaztunk: a talajok kiindulási foszfor tartalmához (AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/kg) hozzáadtuk a kezelésekben alkalmazott foszfor mennyiségét, majd ebből levontuk a kísérlet végén mért mennyiséget (AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/kg) és ezt összehasonlítottuk az angolperje által összesen felvett foszfor mennyiségével (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/edény). Így kiszámítható volt, hogy az egyes talajokon és alapkezelésekben, valamint a frissen adott foszfor hatására a növények hozzá tudtak-e jutni az így nem mérhető P-formákhoz vagy a foszfor lekötődése volt-e jellemző az adott talajon.

A talajok főbb agrokémiai tulajdonságait, valamint a kísérlet kezdetekor mért AL-oldható P-mennyiségeket (AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/kg) az 1. táblázat tartalmazza.

## 1. táblázat

**Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek talajainak főbb agrokémiai mutatói és AL-oldható foszfortartalma (AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/kg) a kiválasztott kezelésekben**

(1) Kísérleti hely	pH	(2) K <sub>A</sub>	CaCO <sub>3</sub>	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg		
				000	441	442
Nagyhőrcsök (NH)	7,26	40	5,5	97	213	207
Iregszemcse (IR)	7,21	42	6,2	111	398	394
Mosonmagyaróvár (MO)	7,27	43	19,5	201	394	347
Hajdúböszörmény (HB)	6,43	54	-	38	298	301
Keszthely (KE)	5,92	37	-	43	203	208
Karcag (KA)	4,56	47	-	36	196	194
Kompolt (KO)	4,56	44	-	51	255	254
Putnok (PU)	4,46	41	-	44	142	157
Bicsérd (BI)	5,61	45	-	49	213	207

A kísérleti eredmények értékelése és ábrázolása a STATGRAPHICS számítógépes programcsomag segítségével történt.

### Eredmények és értékelésük

A kísérlet lebontása után meghatároztuk a vágásonkénti szárazanyag-produkciót, majd a növényminták kénsavas feltárását követően az NPK tápelem-tartalmat és kiszámítottuk a felvett tápelemmennyiségeket.

A kísérlet eredményeiből az alábbi főbb megállapításokat tettük:

#### *Az angolperje szárazanyag-produkciója*

Az egyes kísérleti helyek talaján kapott szárazanyag-produkció szerinti sorrendben közöljük a kapott eredményeket, a vágásonkénti szárazanyag-tömeg összegzése után (2. táblázat).

A frissen adott kezelések hatására a szárazanyag-felhalmozás – főként a 000 alapkezelésre adott tápanyagszinteken – a legtöbb talajnál statisztikailag igazolhatóan megnőtt. Az eredmények értékelése során, a jobb eligazodás érdekében elvégeztük a Duncan-tesztet is (szignifikáns különbség van azon kezelések között, ahol a számértékek melletti betűjelzéseknél különböző betű szerepel).

Figyelemre méltó, hogy a szárazanyag-produkciónál kapott sorrendben mindhárom alapkezelésnél első helyen szerepelt a MO (karbonátos öntés csernozjom), másodikként a BI (mészlepedékes csernozjom) talaj, míg a harmadik a sorrendben a 441 és 442 alapkezelésnél a NH (mészlepedékes csernozjom) talaj volt.

## 2. táblázat

## Az angolperje szárazanyag-produkciója az egyes kísérleti helyek talaján beállított tenyészedény-kísérletben (g/edény)

## A. 000 alapkezelés

(1) Kísérleti hely	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>
Mosonmagyaróvár	16,758b	18,315b	18,838b	12,68a	25,185c	23,858c
Bicsérd	14,780a	15,630a	16,340ab	14,513a	16,080ab	18,980b
Kompolt	12,853a	14,083a	14,705a	14,020a	15,460a	18,468b
Putnok	12,385ab	14,277bc	15,378cd	11,838a	17,613d	17,005d
Nagyhőrcsök	11,935a	15,842bc	16,595c	13,528ab	18,160c	18,575c
Iregszemcse	10,695ab	10,160a	13,058c	9,598a	12,393bc	14,095c
Karcag	10,310a	13,850bc	13,590bc	11,333a	12,125ab	14,680c
Keszthely	9,378a	11,003ab	13,200c	9,640ab	11,625bc	13,143c
Hajdúböszörmény	8,248a	11,573b	13,390bc	11,635b	11,560b	14,882c

## B. 441 alapkezelés

(1) Kísérleti hely	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>
Mosonmagyaróvár	19,947 a	20,093 a	19,723 a	20,768 a
Bicsérd	17,313 a	17,728 a	20,890 b	19,958 ab
Nagyhőrcsök	15,810 a	17,115 a	18,008 a	18,080 a
Kompolt	14,445 a	14,895 ab	16,103 b	17,815 c
Iregszemcse	13,5689 a	13,3825 a	15,7325 b	16,4650 b
Hajdúböszörmény	13,278 a	13,605 a	15,515 a	15,320 a
Putnok	12,955 a	13,655 ab	14,770 bc	16,017 c
Keszthely	12,130 a	12,230 a	14,375 b	15,275 b
Karcag	9,705 a	11,468 ab	10,788 ab	12,848 b

## C. 442 alapkezelés

(1) Kísérleti hely	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>
Mosonmagyaróvár	20,21 a	20,193 a	19,763 a	21,64 a
Bicsérd	18,715 a	19,793 ab	20,393 b	19,975 ab
Nagyhőrcsök	15,890 a	16,115 a	15,543 a	16,968 a
Iregszemcse	15,670 a	15,917 a	16,208 a	16,830 a
Putnok	15,413 a	16,530 a	16,413 a	16,447 a
Hajdúböszörmény	14,585 a	13,993 a	14,805 a	14,863 a
Kompolt	13,333 a	14,038 ab	14,848 ab	15,895 b
Keszthely	13,280 a	13,555 a	14,480 a	15,153 a
Karcag	10,273 a	11,170 ab	11,460 ab	12,310 b

3. táblázat  
Az angolperje által felvett foszfor átlagai a tenyészedény-kísérletben  
(mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/edény)

## A. 000 alapkezelés

(1) Kísérleti hely	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>
M.óvár	21,5576a	35,8519c	33,5466bc	29,0699b	45,5619d	42,3179d
Kompolt	19,5053a	39,2482b	40,5175b	48,8237c	54,4956cd	60,5971d
Bicsérd	18,7220a	34,3565b	35,8927b	38,7997bc	44,6291c	51,7179d
Iregszemcse	18,2012a	30,8826b	33,1652b	33,8802b	38,0239c	40,6702c
Karcag	16,7147a	41,7314b	39,4002b	41,8093b	40,8695b	44,8922b
Putnok	13,5499a	28,8192b	31,8593b	31,5190b	44,2709c	43,8273c
Keszthely	13,2141a	27,5844b	34,6844c	39,1985cd	43,4163de	47,2364e
N.hörcsök	11,2447a	27,3800b	28,8228b	31,0958b	37,0076c	38,0871c
H.böszörmény	4,9917a	18,4189b	22,8343bc	24,8791bcd	26,9663cd	31,5209e

## B. 441 alapkezelés

(1) Kísérleti hely	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>
Kompolt	49,2764 a	59,2217 b	62,8856 b	64,3195 b
Bicsérd	40,1121 a	47,1114 ab	53,6618 b	48,9622 b
Keszthely	36,5250 a	47,0454 b	53,8400 b	53,2731 b
Mosonmagyaróvár	36,5032 a	46,8305 b	46,1540 b	46,1058 b
Iregszemcse	33,8048 a	42,4628 b	47,6131 c	46,8542 b
Nagyhörcsök	32,9100 a	39,7939 b	38,6880 b	35,9629 ab
Karcag	32,6657 a	45,5110 b	41,9971 b	48,6162 b
Hajdúböszörmény	24,5265 a	30,5219 ab	35,5492 b	37,0377 b
Putnok	26,4498 a	35,5754 b	39,5075 c	39,7341 c

## C. 442 alapkezelés

(1) Kísérleti hely	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>
Kompolt	47,6193 a	56,8322 b	59,0121 b	58,3052 b
Keszthely	47,3951 a	56,1767 b	58,6903 b	59,5603 b
Bicsérd	41,8860 a	51,7485 b	52,3669 b	50,4775 b
Mosonmagyaróvár	39,0679 a	44,8701 a	43,8579 bc	40,4875 ab
Iregszemcse	39,0477 a	44,9385 b	45,2378 b	44,8840 b
Putnok	36,1546 a	44,4963 b	48,4487 b	47,2380 b
Karcag	35,8793 a	44,7090 b	45,2962 b	44,4681 b
Nagyhörcsök	32,8227 a	38,1909 b	38,7271 b	40,9881 b
Hajdúböszörmény	25,9927 a	29,8652 ab	36,6630 b	35,7117 b

*Az angolperje által kivont foszfor mennyisége*

Az angolperje által az 5 vágás során összesen felvett foszfor ( $P_2O_5$  mg/kg) mennyisége talajtípusonként jelentős, a legtöbb kezelésnél a kontrollhoz képest szignifikáns különbségeket mutatott (3. táblázat). Míg a trágyázatlan kontroll alapkezelésnél a szárazanyag-termeléshez hasonlóan a MO talaj volt az első, a legnagyobb mértékű P-felhalmozás a kompolti talajon (KO) a 441 alapkezelésnél alkalmazott  $N_1P_1K_2$ -adagnál mutatkozott (64,3 mg  $P_2O_5$ /edény, ill. kg talaj).

Érdeemes megemlíteni, hogy eredményeink a N:P:K kölcsönhatások jelentőségét alátámasztó, fűfajokra is vonatkozó kísérleti eredményekkel összhangban vannak. A három tápelem együttes hatására vonatkozó közlemények arról számolnak be, hogy a növények szükségletéhez igazodó P-kijuttatás kedvezően befolyásolta a N- és K-hatásokat és így eredményezte a legnagyobb termést (WILKINSON et al., 2000).

*A kísérleti talajok P szolgáltatása, ill. adszorpciója*

A kiinduláskor mért P-tartalom, a kezelésekből hozzáadott mennyiségek, a kísérlet lebontását követően az egyes kezelésekből mért AL- $P_2O_5$  mennyiségek (AL- $P_2O_5$  mg/kg talaj) (4. táblázat), valamint az angolperje által kivont P-mennyiségek összevetésével kiszámítottuk az egyes talajokon mindhárom alapkezelésnél az esetleges P-szolgáltatás, valamint a foszfor adszorpciójának mértékét. Az eredményeket az 1.-9. ábrán közöljük (a jobb érthetőség céljából egy leegyszerűsített ábrázolási módot alkalmaztunk, amelynek segítségével látható az egyes talajok és a tartam P-hatásból származó különbségek). A talajok sorrendjének megállapításakor a trágyázatlan kontrollnál kapott nagyság szerinti sorrendet követtük.

A tenyészedény-kísérletben kezelésenként kiszámított P-egyenleg átlagolásával, az egyes talajoknál alapkezelésenként, valamint a talajonként az alapkezelések átlagában is adódott egy – a foszfor átalakulására jellemző – sorrend. Az eredményeket a 10. ábrán mutatjuk be. Az ábra alapján jól nyomon követhető, hogy ez a sorrend a 000 alapkezelésnél, tehát a trágyázatlan kontrollnál határozott kapcsolatot mutat a talajok kémhatásával, bár nem teljesen követi azt. Figyelemre méltó, hogy a trágyázatlan kontrollnál, a pH csökkenésével szinte teljesen megegyező módon, egyre fokozódó mértékű P-lekötődés mutatkozott, az irodalmi adatokkal összhangban.

A 10. ábrán egyértelműen látható, hogy a legnagyobb mértékű P-lekötődés a trágyázatlan kontrolltalajokon mutatkozott és ez a 441 és a 442 alapkezelésnél a tartam műtrágyázás következtében számottevően csökkent. Ennek tisztázására, hogy a 442 alapkezelésnél miért volt jelentősen kisebb P-lekötődés, további elemzéseket tartunk szükségesnek.

A trágyázatlan kontroll esetében és az alapkezeléseket átlagolva, a talajok közül a MO talajnál mutatkozott a legcsekélyebb mértékű P-lekötődés (átla-

## 4. táblázat

A talajok AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalma a tenyészedény-kísérlet végén (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg talaj)

## A. 000 alapkezelés

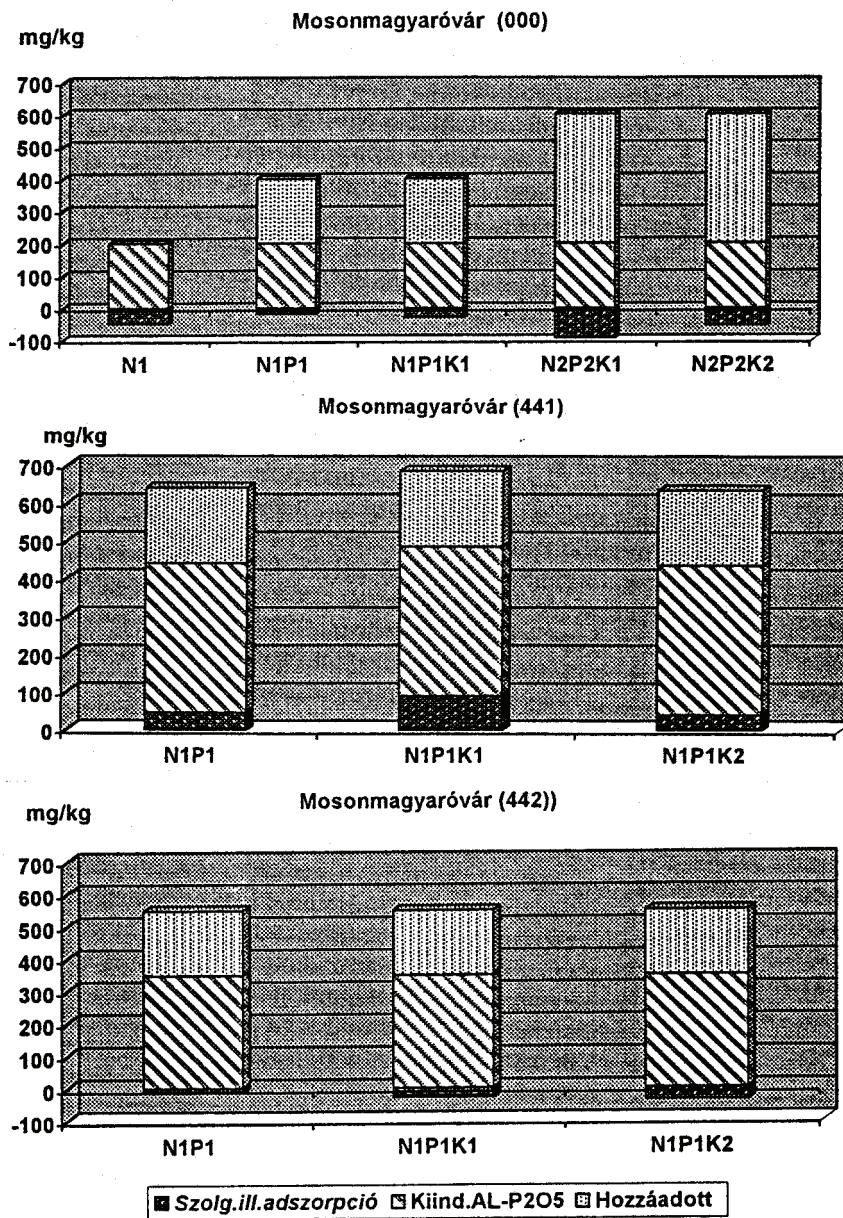
<sup>(1)</sup> Kísérleti hely	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>
Mosonmagyaróvár	194	315	325	544	582	544
Kompolt	6	71	55	155	158	126
Bicsérd	11	59	53	117	127	132
Iregszemcse	117	231	228	353	346	380
Karcag	4	68	37	103	198	94
Putnok	5	53	43	112	114	113
Keszthely	18	84	62	174	145	151
Nagyhőresök	57	167	164	263	245	292
Hajdúböszörmény	15	99	87	223	255	241

## B. 441 alapkezelés

<sup>(1)</sup> Kísérleti hely	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>
Kompolt	185	226	289	295
Bicsérd	105	245	216	212
Keszthely	104	253	256	217
Mosonmagyaróvár	298	439	348	435
Iregszemcse	287	419	429	418
Nagyhőresök	362	513	530	533
Karcag	124	211	265	252
Hajdúböszörmény	245	392	387	357
Putnok	70	116	129	109

## C. 442 alapkezelés

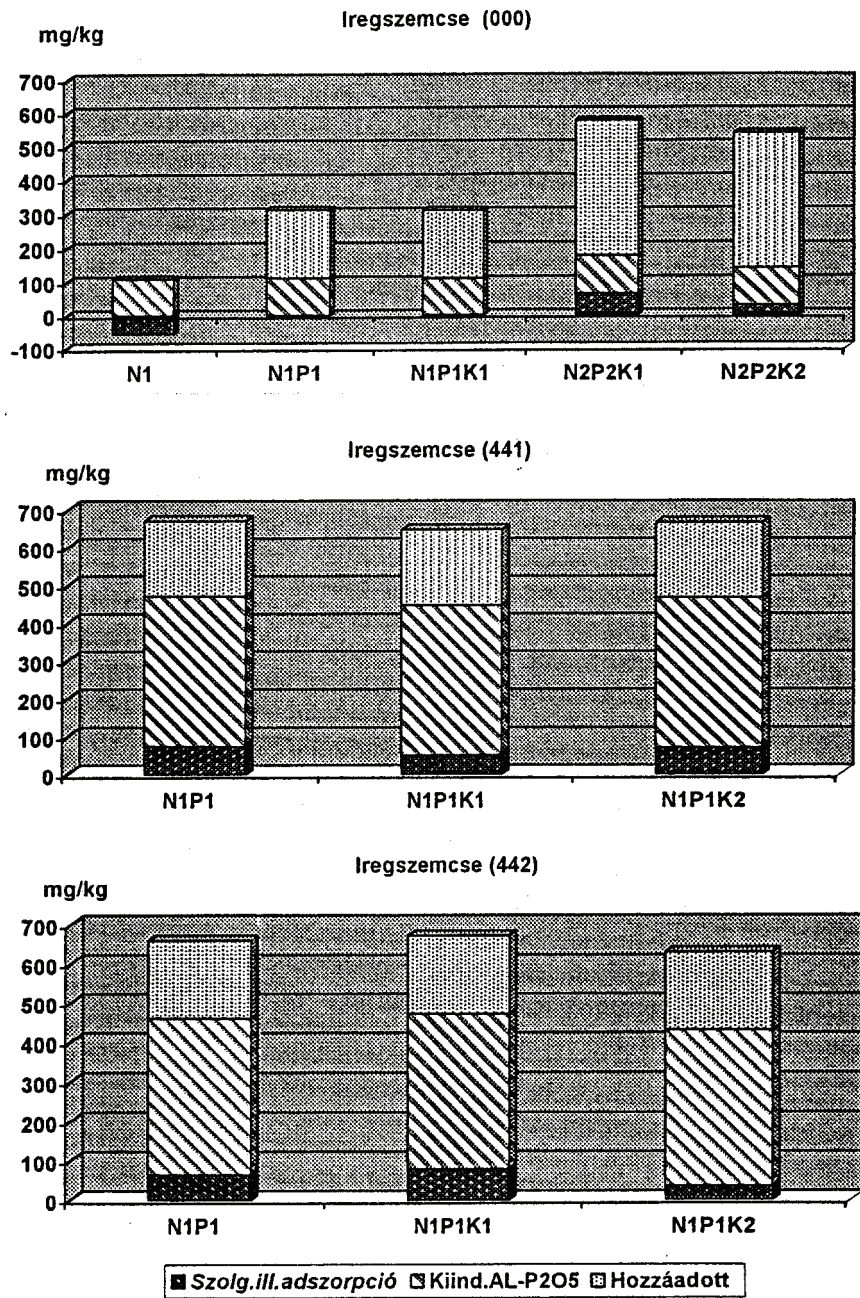
<sup>(1)</sup> Kísérleti hely	N <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>
Kompolt	176	334	294	278
Keszthely	147	294	295	306
Bicsérd	72	228	230	249
Mosonmagyaróvár	293	445	447	469
Iregszemcse	274	415	404	446
Putnok	74	135	134	160
Karcag	140	272	270	254
Nagyhőresök	347	517	531	549
Hajdúböszörmény	221	346	368	338



1. ábra

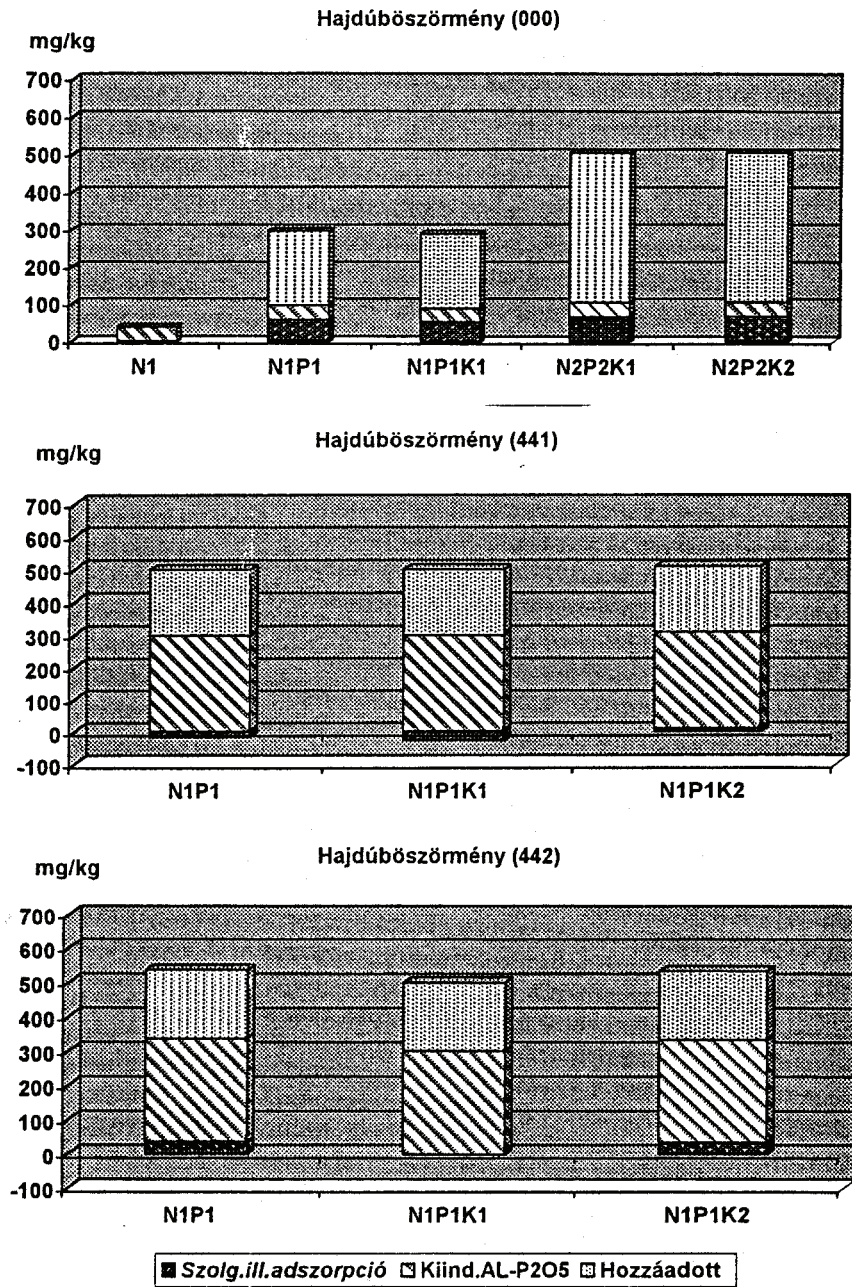
A mosonmagyaróvári (MO) talaj P-szolgáltatása, ill. -adszorpciója (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg)  
 a) P-szolgáltatás ill. adszorpció, b) kiindulási AL- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, c) a kezelésekben hozzáadott P  
 A. 000, B. 441, C. 442 alapkezelés





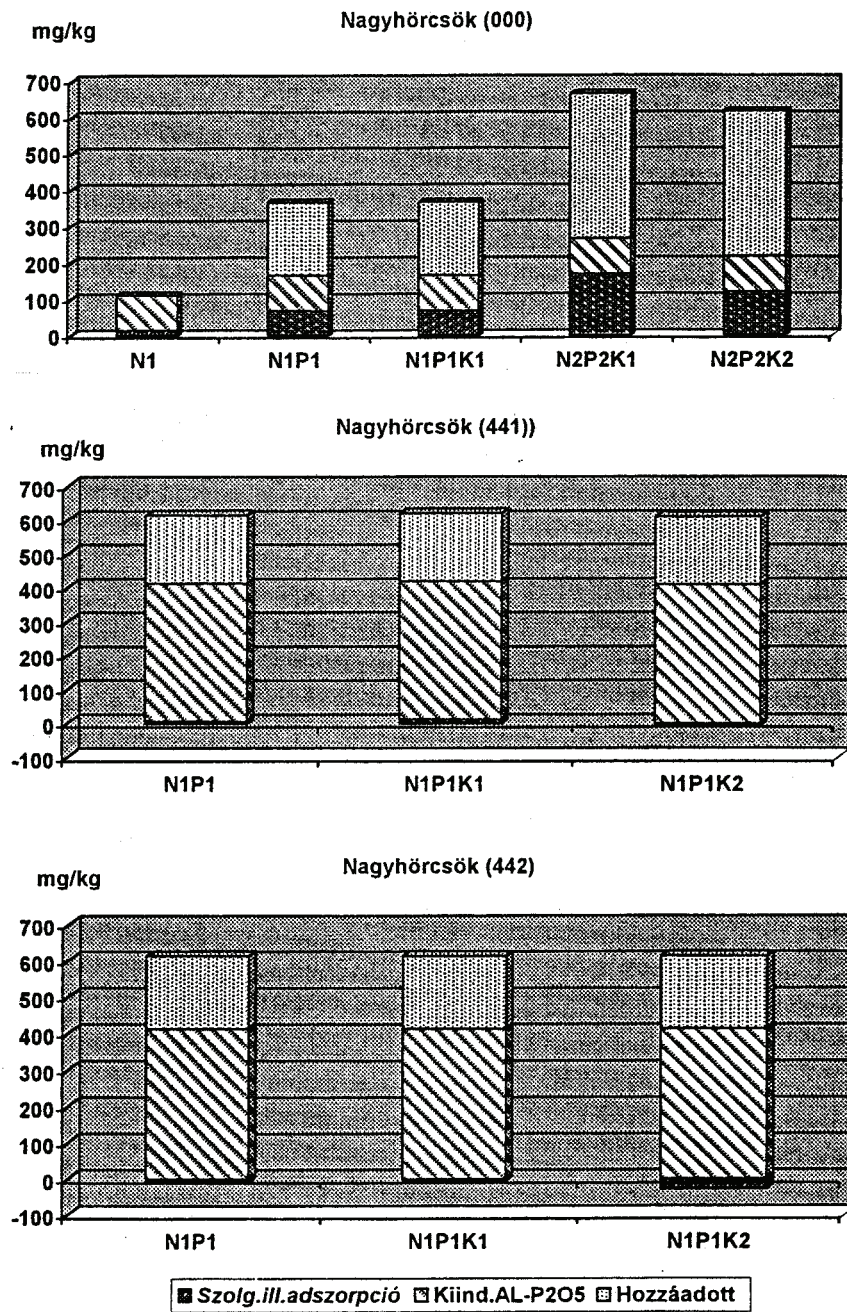
2. ábra

Az iregsemcsei (IR) talaj P-szolgáltatása, ill. -adszorpciója (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg)  
a)–c, A–C: lásd I. ábra



3. ábra

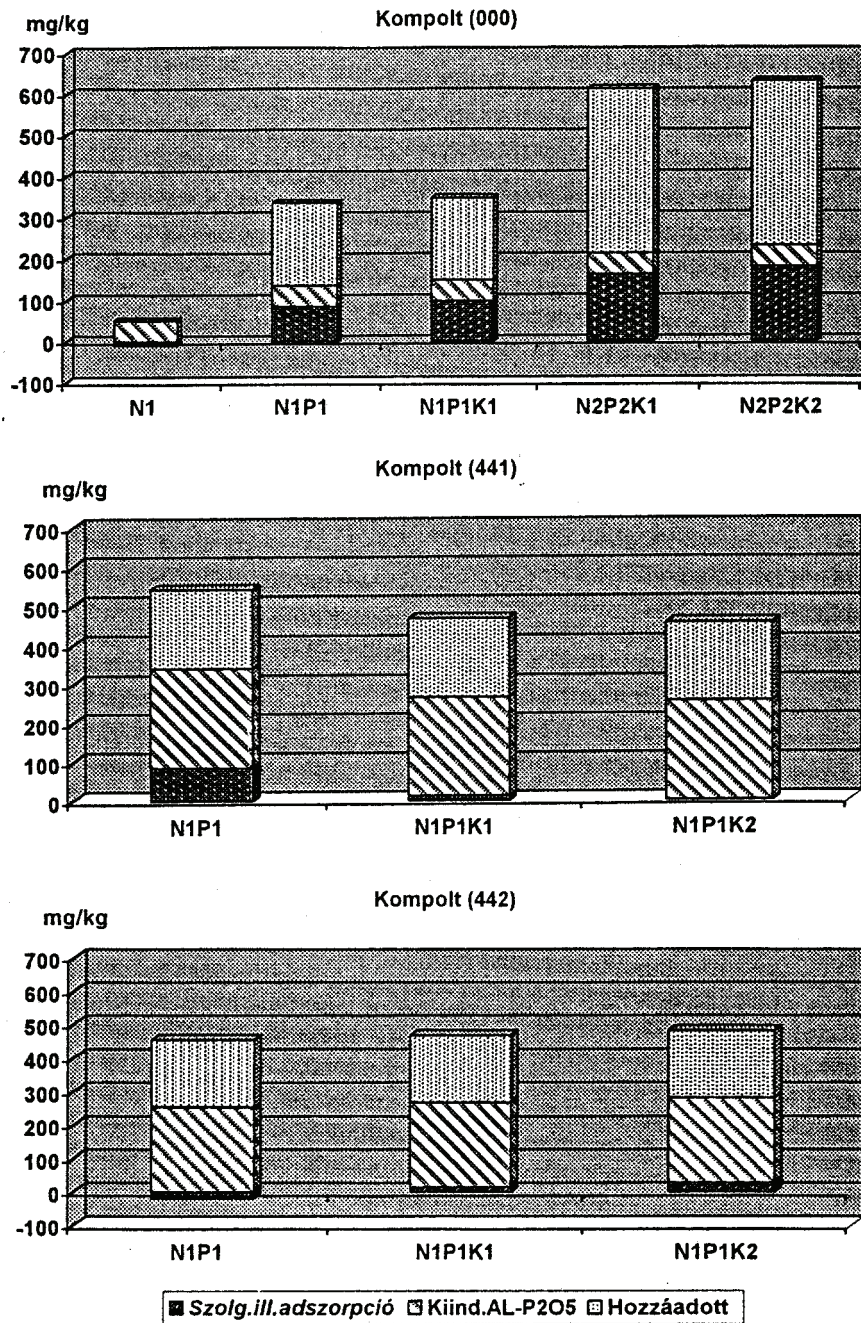
A hajdúböszörményi (HB) talaj P-szolgáltatása, ill. -adszorpciója (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg)  
a)–c, A–C: lásd I. ábra



4. ábra

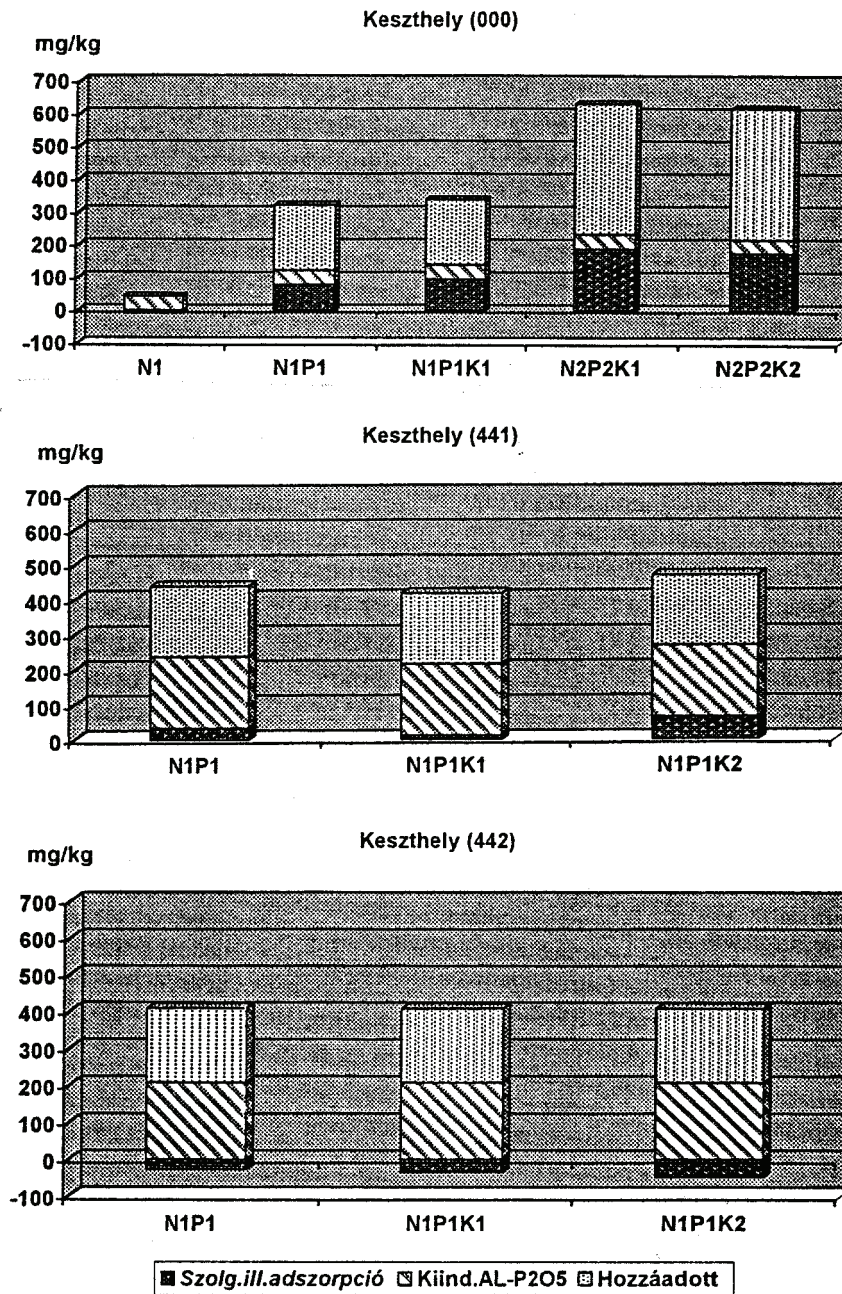
A nagyhörcsöki (NH) talaj P-szolgáltatása, ill. -adszorpciója (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg)  
a)–c, A–C: lásd I. ábra





5. ábra

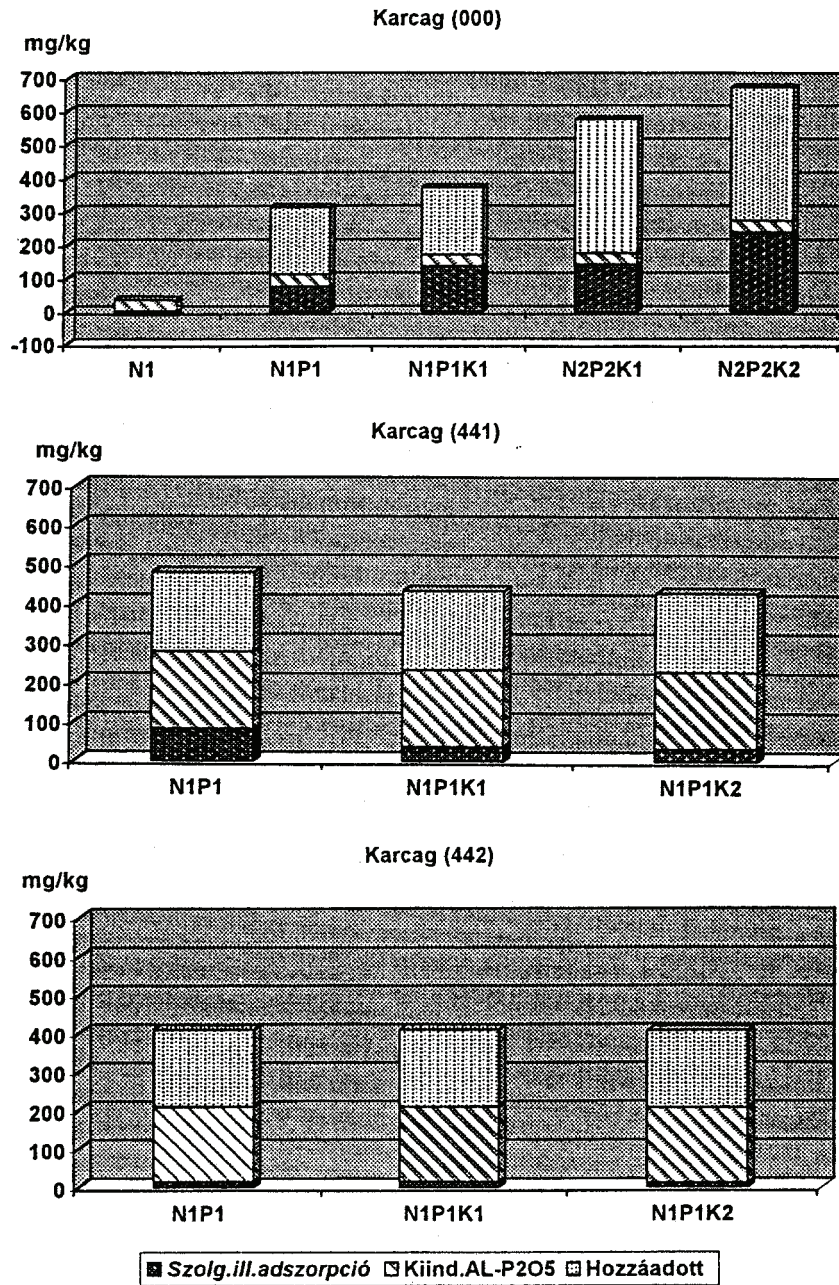
A kompolti (KO) talaj P-szolgáltatása, ill. -adszorpciója (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg)  
 a)–c, A–C: lásd I. ábra



6. ábra

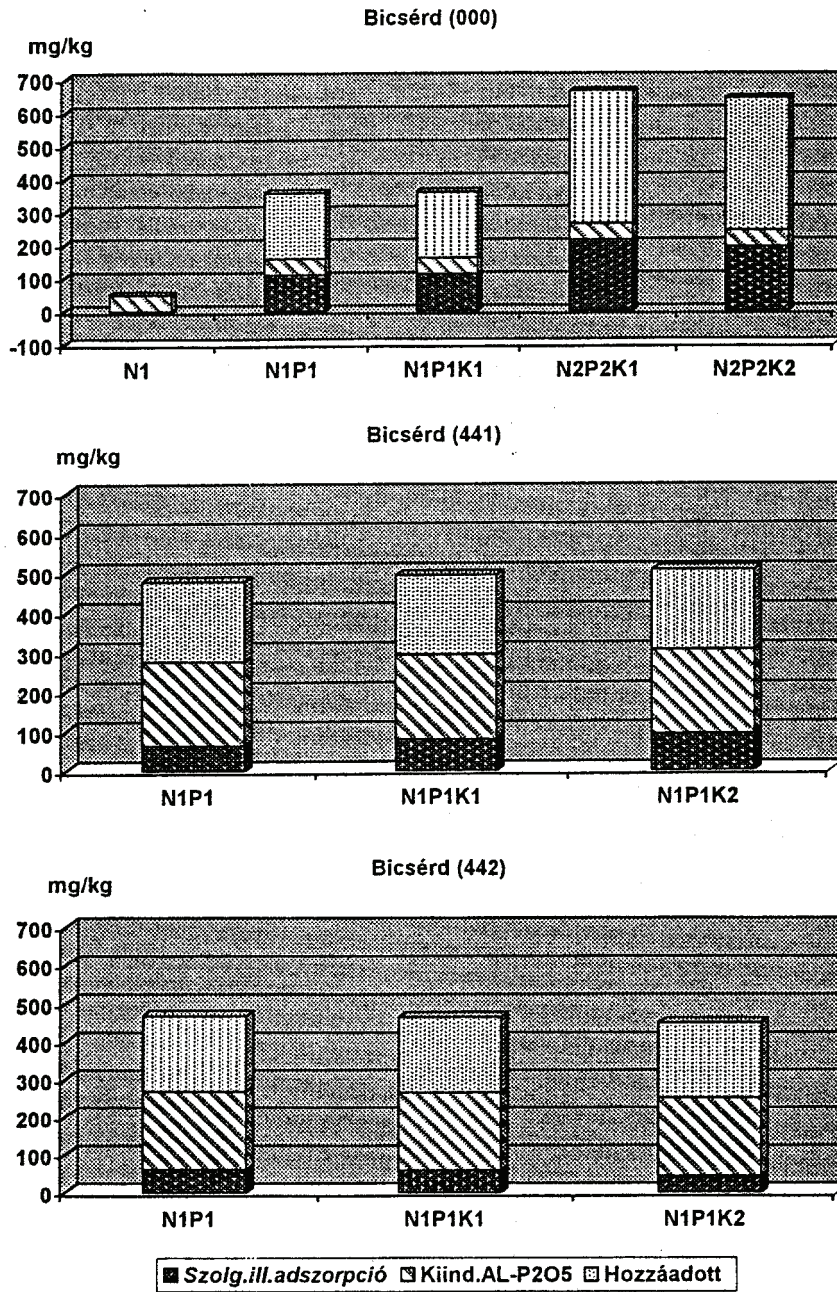
A keszthelyi (KE) talaj P-szolgáltatása, ill. -adszorpciója (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg)  
a)–c, A–C: lásd I. ábra





7. ábra

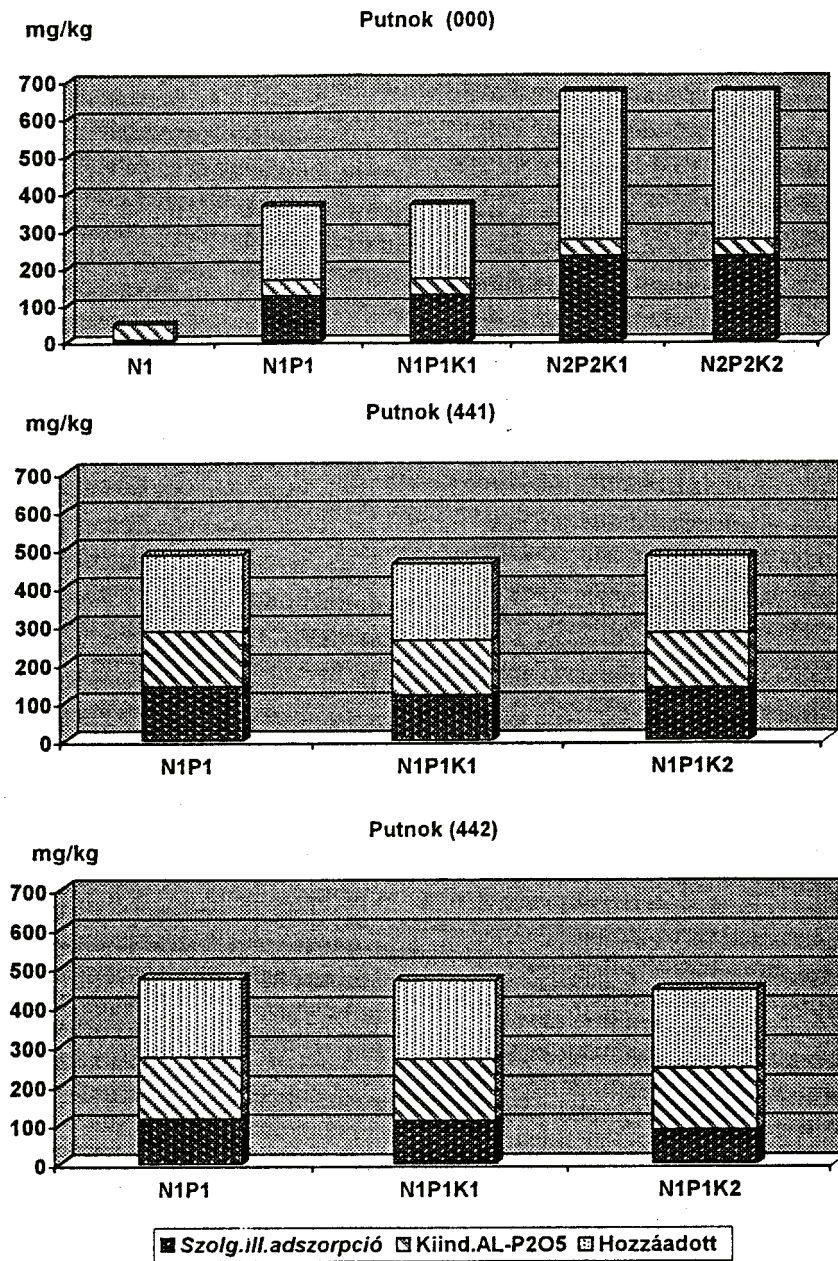
A karcagi (KA) talaj P-szolgáltatása, ill. -adszorpciója (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg)  
a)–c, A–C: lásd I. ábra



8. ábra

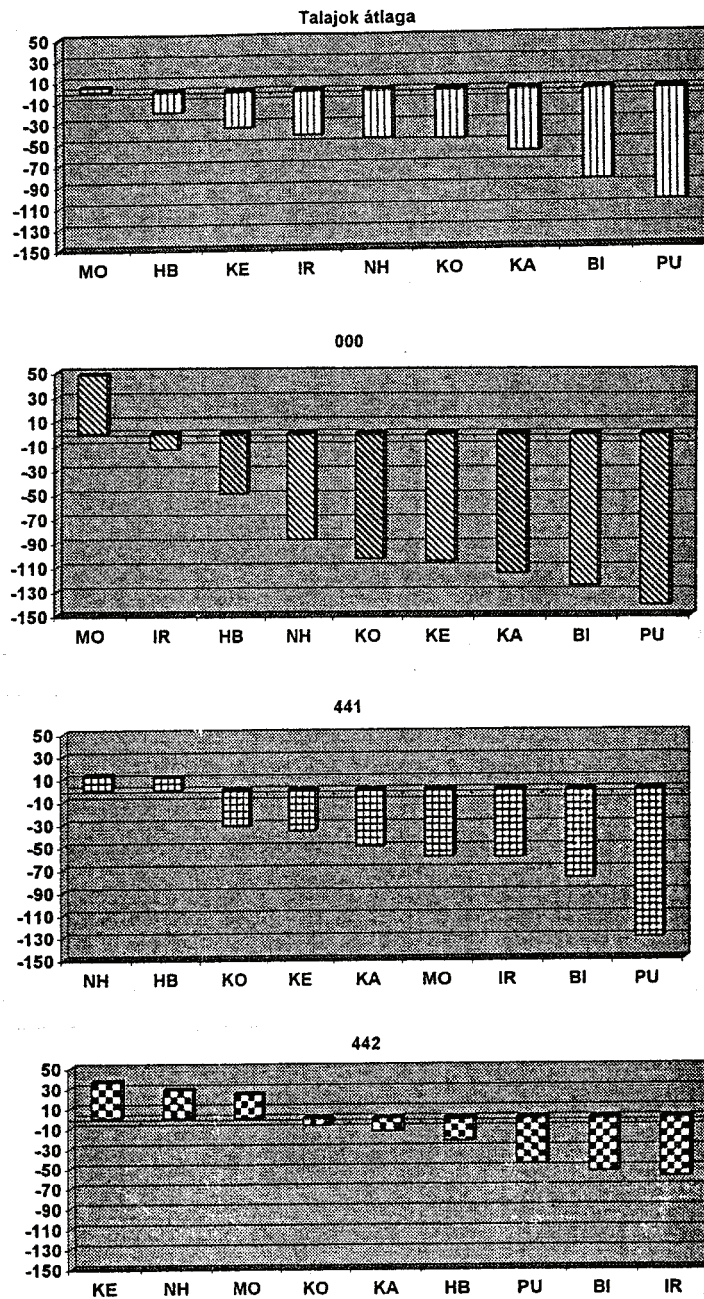
A bicsérdi (BI) talaj P-szolgáltatása, ill. -adszorpciója (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg)  
a)–c, A–C: lásd I. ábra





9. ábra  
 A putnoki (PU) talaj P-szolgáltatása, ill. -adszorpciója (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg)  
 a)–c, A–C: lásd I. ábra





10. ábra

A kísérleti talajok átlagos P-szolgáltatása, ill. -adszorpciója (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg talaj)  
 A. A talajok értékei az alapkezelések átlagában. B. 000, C. 441, D. 442 alapkezelés

gosan +4 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg, tehát nem is mutatkozott adszorpció), a legnagyobb viszont a PU erősen savanyú talajnál (átlagosan -106 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg).

### Következtetések

A kísérletek során kapott eredmények is igazolják, hogy az egyes talajtípusokon, ill. termőhelyeken szignifikánsan eltérő a P-vegyületek átalakulása. A tartam műtrágyázás hatására módosul a talajok P-szolgáltató képessége, a P-lekötődés viszonyai jelentős eltéréseket mutatnak.

Az összefüggések pontosabb megismerésére indokoltnak tartjuk az általunk végzett kísérletek eredményeinek felhasználásával további elemzések elvégzését, (pl. többlépcsős regressziós analízis stb.) a foszfor lekötődését leginkább meghatározó talajtulajdonságok újabb részleteinek tisztázására.

A talajok P-szolgáltatásának, valamint a P-fixációjának folyamatában érvényesül ugyan a kémhatás, a mézszállapot, a szervesanyag-tartalom, továbbá az agyagásványok szerepe, de ezek egyike sem ad önmagában lehetőséget a kérdés teljes magyarázatára. A folyamatok jobb megértéséhez egyaránt szükség van tenyészedény-kísérletek és szabadföldi tartamkísérletek eredményeire.

### Összefoglalás

Tenyészedény-kísérletünkben üvegházi körülmények között, hazánk jellegzetes talajtípusait képviselő talajokon tanulmányoztuk a talaj–növény rendszer P-forgalmát, a 20 éves tartamhatásból származó és a frissen adott P-kezelések hatását a növények szárazanyag-produkciójára, a P-felhalmozásra és egy egyszerűsített mérlegszámítással a talajok P-szolgáltatásának, valamint adszorpciójának sajátosságait (az AL-oldható foszfortartalom alapján).

Megállapítottuk, hogy az egyes talajokon tapasztalt P-szolgáltatás, illetve P-lekötődés jelentős különbségeket mutatott. A lekötődés mértéke kapcsolatban volt a talajok kémhatásával, de összefüggött a talajok agyagásványainak mennyiségi és minőségi jellemzőivel is. Azokon a talajokon, ahol nagyobb P-lekötődést tapasztaltunk, a magasabb kaolinit- és montmorillonit-tartalom is szerepet játszhat. A részletek tisztázására további vizsgálatok szükségesek.

A kapott eredmények is felhívják a figyelmet arra, hogy a talajok P-vegyületeinek átalakulásában szerepet játszó tényezők meglehetősen összetett kölcsönhatások eredményeként jutnak kifejezésre. A kérdés részleteinek megismerésében fontos szerepet kapnak a tenyészedény-kísérletek, melyekben megbízható, számszerű adatok nyerhetők a talaj–növény rendszer P tápelemforgalmára vonatkozóan. Az egyes talajtípusokat leginkább jellemző talajtulajdonságok és a növény P-felhalmozása, valamint a talajban levő és a kijuttatott P tápanyagmennyiségek közötti kapcsolatok tisztázása ugyancsak hozzájárul a problémák jobb megértéséhez.

Jelen munka az OTKA támogatásával folyt a T 029355 kutatási pályázat keretében.

### Irodalom

- BARROW, N. J. 1980. Evaluation and utilization of residual phosphorus in soils. In: The Role of Phosphorus in Agriculture (Eds.: KHASAWNEH, F. E., SAMPLE, E. C. & KAMPRATH, E. J.) (Chapter 13). 333–359. American Society of Agronomy. Madison, WI.
- CHAMINADE, R. 1960. Experimentation en petit vases de végétation types d'essais pour tester l'efficacité des engrais humiques. *Ann. Agron.* **2**. 121–133.
- DEBRECZENI B. & DEBRECZENI B-NÉ, 1994. Trágyázási kutatások 1960–1990. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- GALINDO, G. G., OLBUI, C. & SCHALSCHA, E. B., 1971. Phosphate-sorption capacity of clay fractions of soils derived from volcanic ash. *Geoderma.* **7**. 225–232.
- MENGEL, K. 1982. Factors of plant nutrient availability relevant to soil testing. *Plant and Soil.* **64**. 129–138.
- PRASAD, B. & SINHA, N. P., 1981. Balance sheet of soil phosphorus and potassium as influenced by intensive cropping and fertilizer use. *Plant and Soil.* **60**. 187–193.
- PRATT, P. F., PETERSON, F. F. & HOLZLEY, C. S., 1969. Quantitative mineralogy and chemical properties of a few soils from Sao Paulo, Brazil. *Turrialba.* **19**. 491–496.
- SÁRDI K., 1993. A talaj–növény rendszer káliumdinamikájának tanulmányozása tenyésztedény-kísérletekben. Kandidátusi értekezés. Keszthely.
- SÁRDI, K. & DEBRECZENI, K., 1998. Potassium supplying capacity of soils in long-term fertilization trials studied in a pot experiment. *Agrokémia és Talajtan.* **47**. 165–172.
- WILKINSON, S. R., GRUNES, D. L. & SUMNER, M. E., 2000. Nutrient interactions in soil and plant nutrition. (Section D3). In: *Handbook of Soil Science.* D-89–D-112. CRC Press. Boca Raton–London–New York–Washington

*Érkezett: 2001. február 15.*

## Studies on the Phosphorus Adsorption and Supplying Capacity of Soils in Pot Experiments

K. SÁRDI

Georgikon Faculty of Agricultural Sciences, Veszprém University, Keszthely

### Summary

Pot experiments were carried out with perennial ryegrass under greenhouse conditions on representative Hungarian soil types originating from selected treatments on nine sites of the National Long-Term Fertilization Trials in order to study the P cycle in the soil–plant system, the effect of fresh P treatments and the cumulative effects of 20 years of P treatment on the dry matter production and P accumulation of the plants, and the P-supplying and adsorption properties of the soils, using simplified balance calculations based on the AL(ammonium-lactate)-soluble phosphorus content.

The following conclusions could be drawn:

Considerable differences were observed in the P-supplying capacity and P adsorption of the soils. The extent of adsorption was correlated not only with the soil pH, but also with the quantity and quality of clay minerals in the soil. The higher P adsorption observed on some soils could be due to the greater kaolinite and montmorillonite contents. Further studies will be required to clarify this question.

The results indicate that the factors involved in the transformation of P compounds in the soil are manifested as the result of complex interactions. Pot experiments giving reliable numerical data on the P nutrient cycle in the soil–plant system will be an important part of this work. The clarification of the relationship between the soil properties characteristic of various soil types, the P accumulation in the plants and the quantities of P present in the soil or applied as fertiliser will also contribute to the better understanding of the problem.

*Table 1.* Main agrochemical characteristics and AL-soluble phosphorus content (AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/kg) of soils in selected treatments of the National Long-Term Fertilization Trials. (1) Experimental site. (2) Upper limit of plasticity according to Arany.

*Table 2.* Dry matter production of perennial ryegrass in pot experiments using soil from the experimental sites of the National Long-Term Fertilization Trials (g/pot). (1) Experimental site. A. 000 basic treatment. B. 441 basic treatment. C. 442 basic treatment.

*Table 3.* Average quantities of phosphorus taken up by perennial ryegrass in the pot experiments (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/pot). (1) Experimental site. A. 000 basic treatment. B. 441 basic treatment. C. 442 basic treatment.

*Table 4.* AL-soluble P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> content (mg/kg) of the soils at the end of the experiment (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/pot). (1) Experimental site. A. 000 basic treatment. B. 441 basic treatment. C. 442 basic treatment.

*Fig 1.* Phosphorus-supplying or adsorption characteristics of the Mosonmagyaróvár soil (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per kg). a) P-supplying capacity or adsorption, b) initial AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, c) P

added in the treatments. A. 000 basic treatment. B. 441 basic treatment. C. 442 basic treatment.

*Fig 2.* Phosphorus-supplying or adsorption characteristics of the Iregszemcse soil (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per kg). Legend: See Fig. 1.

*Fig 3.* Phosphorus-supplying or adsorption characteristics of the Hajdúböszörmény soil (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per kg). Legend: See Fig. 1.

*Fig 4.* Phosphorus-supplying or adsorption characteristics of the Nagyhörcsök soil (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per kg). Legend: See Fig. 1.

*Fig 5.* Phosphorus-supplying or adsorption characteristics of the Kompolt soil (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per kg). Legend: See Fig. 1.

*Fig 6.* Phosphorus-supplying or adsorption characteristics of the Keszthely soil (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per kg). Legend: See Fig. 1.

*Fig 7.* Phosphorus-supplying or adsorption characteristics of the Karcag soil (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per kg). Legend: See Fig. 1.

*Fig 8.* Phosphorus-supplying or adsorption characteristics of the Bicsérd soil (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per kg). Legend: See Fig. 1.

*Fig 9.* Phosphorus-supplying or adsorption characteristics of the Putnok soil (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per kg). Legend: See Fig. 1.

*Fig. 10.* Average phosphorus-supplying or adsorption characteristics of the experimental soils (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg per kg soil). A. Soil values averaged over the basic treatments. B. 000 basic treatment. C. 441 basic treatment. D. 442 basic treatment.