

## A foszfor deszorpciójának vizsgálata mészlepedékes csernozjomon

<sup>1</sup>LÁSZTITY BORIVÓJ-<sup>2</sup>BICZÓK GYULA-<sup>3</sup>JÁKI ISTVÁN

<sup>1</sup>MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

<sup>2</sup>Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest

<sup>3</sup>MOSZ Somogy Megyei Szövetség, Budapest

### Összefoglalás

Mészlepedékes csernozjom talajon őszi búza kísérletben feltöltő adagú szuperfoszfát trágyázással a vegetáció során a fontosabb fenofázisokban tíz alkalommal a szántott rétegben vett talajmintákban, folyamatos vizes és ammónium-laktát oldatok áramában 5 percnként vett frakciókban foszfor deszorpciós vizsgálatokat végeztünk, a növényi felvétel egyidejű mérésekor. A kapott vizsgálatok eredményeit az alábbiakban foglalhatjuk össze.

*A vizes áramban* mért deszorpció időtartama a kezelések átlagában ugyan nem, a foszforos kezeléseken belül azonban a maximális 25 perces frakcióban már szignifikánsnak bizonyult. A foszfor tartalmú kezelések a frakciók átlagában és az egyes frakciókban statisztikailag igazolható többletetek mutattak a kezeletlen, az N és NK kezelésekhöz képest. A szezonális dinamika kis különbségekkel elsősorban a klimatikus és a kapcsolódó oldhatósági viszonyokhoz igazodóan változott.

*Az ammónium-laktát áramban* a P koncentrációk a frakcionális idő hosszával növekedtek és a 25 perces frakcióban érték el a maximumot mind a kezelések átlagában, mind azokon belül. A foszfor műtrágyázás hatása mindkét kivonószert alkalmazásakor bizonyítható. A szezonális dinamika enyhe növekedést mutatott – a környezeti, elsősorban a klimatikus tényezők függvényében – a kezelések átlagában a betakarítás időpontjáig. A növényi felvételhez tendenciában a deszorpció mindkét kivonószernél megegyezően változott.

**Kulcsszavak:** foszfor, deszorpció, meszes csernozjom, őszi búza, műtrágyázási tartamkísérlet

## Examining phosphorus desorption on calcareous chernozem soil

<sup>1</sup>B. LÁSZTITY–<sup>2</sup>GY. BICZÓK–<sup>3</sup>I. JÁKI

<sup>1</sup>Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences (RISSAC), Budapest

<sup>2</sup>Ministry for Environment and Water, Budapest

<sup>3</sup>MOSZ, Somogy County Association, Budapest

### Summary

We carried out phosphorus desorption examinations every five minutes in continuous aqueous streams and streams of ammonium lactate solutions in samples taken from the ploughed layer ten times during vegetation in the main phenological phases on calcareous chernozem soil in a winter wheat experiment using a fill-up dose of superphosphate fertiliser, while also measuring crops' nutrient uptake. The results obtained are summarised as follows:

The duration of desorption measured in the aqueous stream did not prove to be significant in the average of treatments, but it did in the phosphorus treatments, more specifically in the the maximum 25 minutes long fraction. The phosphorus treatments indicated statistically justifiable excesses both in the average of fractions and in each fraction in comparison with N and NK treatments. Seasonal dynamics changed mainly in line with climatic and its associated solubility conditions.

As for the ammonium lactate stream, the concentrations of P increased as the fractional time was passing and they reached their maximum in the 25 minutes long fraction both in the average of treatments and within each treatment.

The effect of phosphorus fertilisation can be justified during the application of both extraction agent. Seasonal dynamics showed a mild increase – depending on the environmental (more specifically, climatic) conditions – in the average of treatments by the time of harvest. As regards crops' uptake, desorption changed similarly concerning both extraction agents.

**Key words:** phosphorus, desorption, calcareous chernozem, winter wheat, long-term field experiment

## Bevezetés

Az elmúlt századok kutatásai bebizonyították, hogy a növények fejlődésének egyik alapvető feltétele a talaj folyamatos, a növény aktuális tápelem igényéhez igazodó szolgáltatása. Mérése a vonatkozó elem mennyiségének meghatározásán alapul, amely a talajvizsgálatok segítségével valósul meg. A talajvizsgálatok céljai és módszerei többfélék lehetnek. A vizsgálat során azonban nemcsak a mennyiség meghatározása a fontos, hanem, hogy a tápelem milyen sebességgel kerül a talajoldatba és közvetve áll rendelkezésre a növénynek. A kidolgozott és az alkalmazott eljárások többsége egyensúlyi módszerekkel valósul meg (Sarkadi 1975, Kádár 2005). A talaj-növény rendszer viszont nem egyensúlyi rendszer, ezért szükség van a tápelemszolgáltatás dinamikájának ismeretére is (Füleky 1999). A tápelemek oldatba kerülésének mérésére kidolgozott módszer kevés, többek között a mérés kivitelezéséhez a deszorpció jelensége is felhasználásra került (Füleky és Tolner 1980, Németh 1976). Stefanovits et al. (1984) által kidolgozott vizsgálati módszer a talajok tápelemkészletének mennyiségi és valós dinamikai paramétereinek meghatározására nyújt lehetőséget.

Agronómiai vonatkozásban ezúton elsősorban a talajok foszfor szolgáltatást jellemző hatását (Csathó et al. 2005, Kádár és Csathó 1985, Magyar et al. 2002, Peck 1990, Sarkadi 1995) tanulmányozták, vázlatosan kitérve a talaj egyéb fizikai és biológiai tulajdonságainak kölcsönhatásaira is.

A talaj deszorpciós folyamatának törvényszerűségeit, Barrow (1979), Backe és Ireland (1980) írja le, külön foszforra vonatkozóan is. Hazai vonatkozásban Füleky (1973) a P-tartalmak talajtípusonkénti összehasonlításáról, másrészt a kivonószerek vizsgálatáról (Füleky 1977), továbbá a talajtulajdonságok kölcsönhatásának vizsgálatáról (Krámer és Füleky 1974, Stefanovits et al. 1987), valamint a deszorpciós kísérleti eredményekről adtak számot (Füleky et al. 1980).

A kidolgozott vizsgálati módszer sokirányú lehetőségeket rejt magában nemcsak agronómiai, hanem környezetvédelmi (Csathó 2004, Nagy 1993, Németh 1996) vonatkozásban is, ezért indokoltnak tartjuk a kísérleti eredmények bemutatását és ezzel az adatbázis kiszélesítését is.

### Anyag és módszer

A trágyázási kísérletet 1981 őszén állítottuk be mészlepedékes csernozjom talajon. A kezelésekben (1. táblázat) egységes N trágyázás mellett feltöltő adagú P kezeléseket alkalmaztunk szuperfoszfát kijuttatásával.

1. táblázat. *Stacioner vizes áramban deszorbeált foszfor mennyiségek változása (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg) (Nagyhörscök, 1982)*

Kezelés (2)	Idő (perc) (1)					SzD <sub>5%</sub> (3)	Átlag (4)
	5	10	15	20	25		
∅	0,668	0,389	0,329	0,300	0,292		0,396
N	0,589	0,372	0,349	0,332	0,308		0,390
NP <sub>1</sub>	0,604	0,662	0,608	0,860	0,892		0,608
NK <sub>1</sub>	0,643	0,380	0,309	0,271	0,236	0,367	0,368
NP <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,676	0,621	0,658	0,698	0,751		0,681
NP <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0,852	1,071	1,215	1,215	1,253		1,130
SzD <sub>5%</sub> (3)			0,367				0,274
Átlag (4)	0,672	0,583	0,578	0,620	0,622	0,250 NS (5)	
%	22	19	19	20	20		

N=200 kg/ha, P<sub>1</sub>=500 kg, P<sub>2</sub>=1000 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, K<sub>1</sub>=500 kg, K<sub>2</sub>=1000 kg K<sub>2</sub>O/ha.

Table 1. Changes in the quantity of phosphorus desorbed in a stationary aqueous flow (Mollisol, Nagyhörscök, 1982). (1) Time (minutes), (2) Treatment, (3) LSD<sub>5%</sub>, (4) Mean, (5) Mean NS=not significant.

A talajmintákat a növényminta helyéről, a szántott rétegből vettük márciustól a betakarításig dekádonként. A kísérlet talajának fontosabb jellemzői: a humusz 3,5%, a réteg vastagsága 60–90 cm, foszfor tartalma 5–7 mg%, CaCO<sub>3</sub> 3,8–5,0%, pH vizes 8–8,4, Arany-féle kötöttség 42, hy 2,6–2,9, a leiszapolható rész 22%. A deszorpciót *Stefanovits et al.* (1984) által kidolgozott folyamatos, állandó folyadék árammal frakcionált eljárással vizsgáltuk, vizes és ammónium-laktátos oldatok alkalmazásával.

A Schachtschabel csőben összeállított talajoszlopon perisztaltikus pumpa segítségével állandó sebességű folyadékáramban, ahol a be és kivezetett folya-

dék térfogata azonos 2 ml/perc áramlási sebesség kialakításával jelen esetben 5 percenként 10 ml frakciókat szedtünk le 25 percen át. Ezután megfelelő TVG eljárással (*MÉM NAK* 1978) meghatároztuk a frakciók foszfor tartalmát. A kísérlet egyéb körülményeit a korábbi közleményünkben mutattuk be (*Lásztity* 1988). A biometria vizsgálatokat variancia analízissel Ragályi Péter kolléga értékelte. A táblázatokban két-két tényező a harmadik átlagában szerepel.

## Eredmények

### *Vizes áramú deszorpció*

A mért foszfor deszorpciójának változását a műtrágyázás és az idő függvényében az egyes frakciókban az *1. táblázatban* mutatjuk be. A műtrágyázás mind az egyes frakciókban, mind azok átlagában szignifikánsan növelte a deszorbeált foszfor mennyiségét a kontroll és az N, NK kezelésekhez viszonyítva. A trágyázási kezelések átlagában a maximumokat ugyan az első frakcióban mértük, azonban a további frakciókban a változás minimálisnak bizonyult, statisztikailag nem volt igazolható. Az egyes kezeléseken belül viszont a foszfor tartalmúaknál a maximumokat a 25 perces frakciókban mértük és a tendencia szignifikánsnak bizonyult. A jelenség magyarázatául szolgál, hogy a foszfor leköötődését befolyásoló Ca és Mg jelentős mennyisége az 1–3 frakciókban akadályozta a P deszorpcióját, (*Biczók et al.* 1988, *Tolner et al.* 1989), a további 4–5 frakciókban viszont a mozgékony részek eltávozása után már nem gátolta az oldatba kerülést.

A deszorpció szezonális változását a műtrágyázás függvényében nyomon követhettük (*2. táblázat*). A kezelések átlagában a változások abszolút értékben kicsi, de a klimatikus csapadékhiányos időszakhoz viszonyítva igazolható volt a változás. Valószínűleg az oldhatósági viszonyok különbözősége miatt.

### *Ammónium-laktát folyadék áramú deszorpció*

Az AL- kivónószer oldattal mért deszorpció változását a *3. táblázat* tartalmazza. A P-műtrágyázás a frakciók átlagában és a hosszabb idejű, 20 és 25 perces frakciókban statisztikailag igazolható növekedést mutatott a kezeletlen és a P-hiányos kezelésekhez viszonyítva.

2. táblázat. *Stationer vizes áramban deszorbeált P-mennyiségek változása a mintavételi idő és a műtrágyázás függvényében (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg) (Nagyhörscsök, 1982)*

Minta- vételi idő (hónap, nap) (1)	Kezelések (2)							Szd <sub>5%</sub> (3)	Átlag (4)
	Ø	N	NP <sub>1</sub>	NK <sub>1</sub>	NP <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	NP <sub>2</sub> K <sub>2</sub>			
IV. 06.	0,394	0,400	0,312	0,376	0,598	0,608		0,448	
IV. 16.	0,426	0,498	0,541	0,426	0,626	0,516		0,505	
IV. 26.	0,322	0,384	0,226	0,324	0,544	0,384		0,364	
V. 06.	0,610	0,518	0,614	0,518	0,514	1,210		0,664	
V. 16.	0,262	0,248	0,264	0,208	0,292	0,584	0,367	0,310	
V. 27.	0,480	0,300	0,420	0,340	0,498	0,354		0,399	
VI. 07.	0,452	0,382	0,554	0,386	0,670	1,128		0,595	
VI. 17.	0,254	0,198	0,612	0,262	1,148	0,478		0,492	
VI. 28.	0,386	0,490	0,547	0,426	0,518	0,386		0,459	
VII. 15.	0,370	0,482	1,009	0,412	1,104	1,010		0,731	
Szd <sub>5%</sub> (3)				0,367				0,150	
Átlag (4)	0,396	0,390	0,510	0,368	0,681	1,130	0,116		

Table 2. Changes in the quantity of P (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg) desorbed in stationary aqueous flow as a function of sampling date and fertilization (Mollisol, Nagyhörscsök, 1982). (1) Sampling time (month, day), (2) Treatments, (3) LSD<sub>5%</sub>, (4) Mean.

Az egyes frakciókon belül ez a tendencia következetesen érvényesült. Az oldatba került foszfor mennyisége az agresszívabb kivonószert hatására egyrészt nagyobb, mint a vizes extrakciónál, másrészt a frakciónál ellentétben a homoktalajnál tapasztaltakkal (Biczók et al. 1988, Lásztity et al. 1993). Itt a frakcionálási idővel növekedést regisztrálhattunk. A különbség a két talajtípus eltérő tulajdonságaival, kötöttség, humusz, mész és foszfor tartalmával magyarázható.

3. táblázat. *Stationer ammónium-laktát áramban deszorbeált foszfor mennyiségek változása a frakcionálási idő és a műtrágyázás függvényében (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg) (Nagyhörcsök, 1982)*

Kezelés (2)	Idő (perc) (1)					SzD <sub>5%</sub> (3)	Átlag (4)
	5	10	15	20	25		
∅	3,190	2,610	2,675	3,440	5,370		3,457
N	3,245	2,635	2,475	2,720	4,530		3,121
NP <sub>1</sub>	3,305	3,070	4,225	5,030	5,745	2,254	4,275
NK <sub>1</sub>	3,735	2,480	2,500	3,030	4,240		3,197
NP <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	3,390	3,995	3,731	5,652	9,485		5,251
NP <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	3,430	3,255	4,150	6,195	8,016		5,009
SzD <sub>5%</sub> (3)			2,254				1,008
Átlag (4)	3,382	3,007	3,293	4,345	6,231	0,920	
%	17	15	16	21	31		

Table 3. Changes in the P quantities (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg) desorbed in a stationary ammonium-lactate flow as a function of fractionation time and fertilization (Mollisol, Nagyhörcsök, 1982). (1) Time (minutes), (2) Treatment, (3) LSD<sub>5%</sub>, (4) Mean.

A szezonális dinamikát az egyes kezelésekben, valamint azok átlagában a 4. táblázatban szemléltetjük. A kezelések átlagában a koratavaszi legkisebb koncentrációkat követően kisebb-nagyobb ingadozással a P-koncentrációk enyhe növekedést mutattak és a maximumot betakarításkor mértük.

Az egyes kezeléseken belül a tendencia elsősorban a foszforosoknál azonos és a maximumok szignifikánsan nagyobbak a koratavaszi értékeknél. A szezonális szóródás elsősorban a talajhőmérséklet és nedvességtartalom alakulásához igazodott, ugyanis a beéredés szakaszaiban jelentősebb mennyiségű (40 mm) csapadék hullott. A kezelésekben a vetett jelzőnövény foszfor felvételének dinamikája (5. táblázat) szignifikáns P-hatásokat mutat és hasonló a deszorbeált P koncentrációk változásához mindkét kivonószert alkalmazása esetén.

A növényi felvételhez, tendenciában a deszorpció mindkét kivonószernél megegyezően változott.

4. táblázat. *Stacioner ammónium-laktát áramban deszorbeált P-mennyiségek változása a mintavételi idő és a műtrágyázás függvényében (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg) (Nagyhörcsök, 1982)*

Mintavételi idő (hónap, nap) (1)	Kezelések (2)							Átlag (4)
	Ø	N	NP <sub>1</sub>	NK <sub>1</sub>	NP <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	NP <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	SzD <sub>5%</sub> (3)	
IV.06	2,280	2,230	2,380	2,630	2,730	3,380		2,605
IV.16	2,380	2,660	2,850	3,160	5,442	3,152		3,274
IV.26	2,830	3,510	2,440	2,260	2,590	4,040		2,945
V.06	4,160	4,650	4,660	4,950	5,180	8,950		5,425
V.16	3,970	2,970	2,310	2,620	3,780	4,820	2,810	3,412
V.27	3,200	3,140	3,140	3,390	4,970	3,690		3,588
VI.07	3,070	2,820	3,040	3,580	3,804	4,370		3,447
VI.17	5,150	3,840	3,860	2,340	8,720	3,530		4,573
VI.28	2,720	2,830	6,650	4,230	4,750	4,490		4,277
VII.15	4,810	2,560	5,440	2,810	9,530	8,630		5,637
SzD <sub>5%</sub> (3)				2,810				1,147
Átlag (4)	3,457	3,151	4,275	3,197	5,251	5,009	0,888	

Table 4. Changes in the quantity of P (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg) desorbed in a stationary ammonium-lactate flow as a function of sampling time and fertilization (Mollisol, Nagyhörcsök, 1982). (1) Sampling time (month, day), (2) Treatment, (3) LSD<sub>5%</sub>, (4) Mean.

5. táblázat. *A műtrágyázás hatása a foszfor felhalmozására a tenyészidő folyamán, őszi búza Mv 8 hibrid (kg/ha) (Nagyhörcsök 1982)*

Fenofázis (hónap, nap) (1)	Kezelések (2)							SzD <sub>5%</sub> (3)
	Ø	N	NP <sub>1</sub>	NK <sub>1</sub>	NP <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	NP <sub>2</sub> K <sub>2</sub>		
Bokrosodás (4) III. 31.	0,9	1,3	2,2	1,0	2,0	2,5	0,5	
Bokrosodás (4) IV. 09.	1,4	2,6	3,8	1,6	3,5	3,7	1,7	
Szárbaindulás(5) IV. 21.	2,1	3,5	7,0	2,3	6,9	5,9	2,2	
Szárbaindulás (5) IV. 30.	3,4	6,5	11,4	5,5	10,5	9,7	3,2	
Kalászolás (6) V. 21.	8,8	15,1	16,3	13,7	18,1	17,6	4,3	
Virágzás (7) VI. 01.	12,1	17,6	20,9	20,7	20,6	23,6	4,0	
Virágzás (7) VI. 10.	15,9	21,1	23,7	18,1	24,4	25,2	5,6	
Tejes érés (8) VI. 22.	12,8	18,4	21,5	18,2	23,4	22,8	5,6	
Teljes érés (9) VII. 17.	12,8	17,6	21,0	16,4	21,2	20,4	3,6	

Table 5. Effect of fertilization on accumulation of phosphorus (kg/ha) during plant growth (Winter wheat, MV 8 hybrid). (1) Phenological time (month, day), (2) Treatments, (3) LSD<sub>5%</sub>, (4) Shooting, (5) Stem elongation, (6) Heading, (7) Flowering, (8) Milky ripening, (9) Total maturity.



## IRODALOM

- Backe, B. W.–Ireland, C.*: 1980. Desorption of phosphate from soils using anion exchange resins. *J. Soil Sci.* 31: 297–306.
- Barrow, N. J.*: 1979. The desorption of phosphate from soil. *J. Soil Sci.* 30: 259–270.
- Biczók Gy.–Jáki I.–Lásztity B.*: 1988. A mozgékony PK-készletek alakulása a feltöltő adagú PK-műtrágyázás hatására csernozjom és homoktalajon. *Agrokémia és Talajtan.* 37: 139–143.
- Csathó P.*: 2004. A talaj-növény rendszer tápelemforgalmának agronómiai és környezetvédelmi vonatkozásai. Akadémiai Doktori értekezés tézisei. Budapest.
- Csathó, P.–Magyar, M.–Debreczeni, K.–Sárdi, K.*: 2005. Correlation between soil P and wheat shoot P contents in a network of Hungarian long-term field trials. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 36: 275–294.
- Füleky Gy.*: 1973. Néhány hazai talajtypus összes foszfortartalmának összehasonlító vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan.* 3–4: 311–318.
- Füleky Gy.*: 1977. A talaj foszfor állapotát és könnyen oldható foszfortartalmát befolyásoló fontosabb tényezők. Kandidátusi Értekezés. Budapest.
- Füleky Gy.*: 1999. Tápanyaggazdálkodás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Füleky, Gy.–Tolner, L.*: 1980. Study of kinetics of P-desorption in soil by EUF. *Proc. Intern. Symp. on the appl. of EUF. In the agric. product. I.* 156–162.
- Füleky Gy.–Tolner L.–Dömsödi J.*: 1980. A talaj foszfor szolgáltatásának kinetikai vizsgálata anion kicserélhető műgyanta felhasználásával. *Agrokémia és Talajtan.* 29: 273–280.
- Kádár I.*: 2005. A talajvizsgálatok elvei és módszere. [In: Kovács G. J., Csathó P. (szerk.) A magyar mezőgazdaság elemforgalma 1901 és 2003 között.] 73–77.
- Kádár I.–Csathó P.*: 1985. A szuperfoszfát tartamhatásának vizsgálata őszi búza monokultúrában. Fajlagos hatékonyság, tápelemtartalom és felvétel, a P előregedés vizsgálata, Fenológiai megfigyelések. *Agrokémia és Talajtan.* 34: 97–129.
- Krámer, M.–Füleky, Gy.*: 1974. Superphosphate availability as affected by the CaCO<sub>3</sub> content of the soil. *Agrokémia és Talajtan.* 101–110.
- Lásztity B.*: 1988. A műtrágyázás hatása a tápanyagok felvételére és dinamikájára őszi búzában (N, P, K, Ca, Mg). *Növénytermelés.* 37: 143–155.
- Lásztity B.–Jáki I.–Biczók Gy.*: 1993. A foszfor deszorpciójának vizsgálata karbonátos homoktalajon. *Növénytermelés.* 42: 559–546.
- Magyar, M.–Csathó, P.–Debreczeni, K.–Sárdi, K.*: 2002. Correlation among different P-test methods studied in a network of Hungarian P fertilization long-term field trials. *Agrokémia és Talajtan.* 51: 167–176.
- MÉM NAK*: 1978. A TVG tápanyagvizsgáló laboratórium módszerfüzete. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest.
- Nagy J.*: 1993. Műtrágyázás. [In: Nyíri L. (szerk.) *Földműveléstan.*] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 236–271.

- Németh K.*: 1976. Elektro-ultrafiltration (EUF). Allgemeiner Teil. Hannover.
- Németh T.*: 1996. A precíziós trágyázás alkalmazhatóságának feltételei. [In: Nagy J. (szerk.) Talaj, növény és környezet kölcsönhatásai.] Debreceni Agrártudományi Egyetem. Debrecen.
- Peck, T. R.*: 1990. Soil Testing. Past Presence and Future. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 21: 1165–1186.
- Sarkadi J.*: 1975. A műtrágyaigény becslésének módszerei. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Sarkadi J.*: 1995. Szerves és műtrágyák tápelemtartalmának érvényesülése tartamkísérletekben II. P- forgalom. Agrokémia és Talajtan. 44: 5–17.
- Stefanovits, P.–Fülek, Gy.–Jáki, I.*: 1987. Relationship between phosphate and potassium desorption and clay mineral composition of soils. Intern. Agrophysics. 3: 93–102.
- Stefanovits P.–Jáki I.–Biczók Gy.*: 1984. Folyamatosan frakcionált deszorpció. Új talajvizsgáló módszer a tápanyagok mennyiségének és az intenzitás dinamikai paramétereinek egyidejű meghatározására. Szabadalom. T/39515/51 Go IN 33/24. (71).
- Tolner L.–Biczók Gy.–Jáki I.–Lásztity B.*: 1989. A mozgékony PK készletek alakulása a feltöltő adagú PK-műtrágyázás hatására a csernozjom és homoktalajon I. Összefüggés-vizsgálatok vizes deszorpcióval. Agrokémia és Talajtan. 38: 134–138.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Lásztity Borivoj  
MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete  
Budapest  
Herman O. u. 15.  
H-1022

Biczók Gyula  
Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium  
Budapest  
Fő u. 44–50.  
H-1011

Jáki István  
MOSZ Somogy megyei Szövetség  
Budapest  
Istenhegyi út 59-61.  
H-1125