

## Tartam trágyázás hatása a különböző kionószerekkel mérhető foszfor tartalom változására réti csernozjom talajon

Bertáné Szabó Emese

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma,  
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási  
Kar, Agrokémiai és Talajtani Tanszék, Debrecen  
szaboemese@agr.unideb.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

A 0,01 M CaCl<sub>2</sub> a 90-es évek óta Európa-szerte ismert univerzális talaj-kivonószert. Munkám során meghatároztam a karcagi B17 jelű OMTK kísérlet 40. évéből származó talajminták 0,01 M CaCl<sub>2</sub> kivonószereiben oldható foszfor-tartalmát és megvizsgáltam, hogy milyen összefüggésben van a talaj AL-P tartalmával, a kezelésekkel, a terméseredményekkel, valamint a 2006/2007 évi foszfor-mérleggel.

Főbb megállapításaim a következőkben foglalhatók össze:

- Az összefüggés-vizsgálatok során az AL-P és CaCl<sub>2</sub>-P között közepes erősségű korrelációt ( $r=0,68-0,7$ ) állapítottam meg. Ez összhangban van a korábbi külföldi és hazai eredményekkel.
- A vizsgálatok eredményei azt is igazolják, hogy a kalcium-kloridos módszer érzékenyen jelzi a közvetlenül hozzáférhető P-tartalom hiányát és feleslegét, mivel a különböző mértékben negatív mérlegek esetén értéke nem változott, illetve csökkent, pozitív mérleg esetén pedig exponenciálisan növekedett a P-adagok tartamhatásaként.
- A 120 és 180 kg ha<sup>-1</sup>-os adag egyaránt szignifikáns növekedést okozott a CaCl<sub>2</sub>-P értékében a kontrollhoz és a foszfortrágyázásban nem részesült kezelésekhez képest. A 60 kg ha<sup>-1</sup>-os adag hatására a CaCl<sub>2</sub>-P nem nőtt, mivel a 2006/2007 évi mérleg szerint ez nem fedezte az őszi búza foszforigényét, és feltehetőleg a korábbi években is negatív volt a P-mérleg.
- Megállapíthatjuk, hogy a vizsgált tartamkísérlet adatai alapján a 0,01 M CaCl<sub>2</sub> alkalmas a foszfor hiány, valamint a környezetvédelmi szempontból veszélyes foszfor többlet kimutatására is.

**Kulcsszavak:** 0,01 M CaCl<sub>2</sub>-P, foszfor-trágyázás, réti csernozjom talaj

### SUMMARY

The 0.01 M CaCl<sub>2</sub> universal extractant is known all over Europe since the 90's. During my research, I examined the phosphorus content determined in 0.01 M CaCl<sub>2</sub> of the samples originated from the B 17 National Uniformed Long Term Fertilisation Trials in the experimental site Karcag, in the 40<sup>th</sup> year of the experiment. Relationships between the CaCl<sub>2</sub>-P and the AL-P content of the soil, the average yields, and the phosphorus balance of the 2006/2007 year were studied.

From the results of the study it was concluded as follows:

- Correlation was close ( $r=0.68-0.7$ ) between the AL-P and CaCl<sub>2</sub>-P. This is in accordance with the results of previous experiments in Hungary and other countries.
- My studies confirmed that the calcium-chloride method indicates well the deficiency and the surplus of plant available phosphorus. In case of different degrees of negative balance,

the amount of CaCl<sub>2</sub> extractable phosphorus showed no changes, or decreased, and in case of positive balance it increased exponentially by the long-term effect of P rates.

- The 120 and 180 kg ha<sup>-1</sup> rates resulted in significant increases in the amount of CaCl<sub>2</sub>-P according to the control and treatments that are not fertilized with phosphorus. The 60 kg ha<sup>-1</sup> rate didn't result any increase as it didn't meet the phosphorus requirement of winter wheat, and presumably the P-balance was negative in the earlier years as well.
- It can be stated that the 0.01 M CaCl<sub>2</sub> was able to assess the deficiency and the excess of phosphorus causing negative impacts on environment as well.

**Keywords:** 0.01 M CaCl<sub>2</sub>-P, phosphorus fertilization, meadow chernozem soil

### BEVEZETÉS ÉS SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

A talaj tápelem-tartalmát kémiai módszerekkel vizsgáljuk. Meghatározhatjuk az összes tápelem-tartalmat roncsolással, vagy kivonhatjuk különböző kionószerekkel a tápanyagkészletek egy részét.

A gyakorlati tápanyag-utánpótlás számára a tápanyagtöke keveset mond, mert nem tudni, hogy ebből mennyi és mikor válik a növény számára felvehetővé. A ténylegesen felvehető mennyiséget a talaj tápelem-tartalmán kívül számos környezeti- és talajtényező befolyásolja. A foszfor esetében ez különösen igaz, hiszen a talaj összes foszfortartalma 500-800 mg kg<sup>-1</sup> P száraz talajra vonatkoztatva (Mengel és Kirkby, 1987), ami közepesen kötött talajon a felső 20 cm-ben 1500-2300 kg ha<sup>-1</sup> foszfort jelent, míg a talajoldat foszfortartalma mindössze 10<sup>-2</sup>-10<sup>-3</sup> mol m<sup>-3</sup> P (Hossner et al., 1973), ami a szántóföldi vízkapacitás 60%-ánál 0,14-0,014 kg ha<sup>-1</sup> P.

A kionószerekkel nyert információ már alkalmas lehet a tápanyag-ellátottság jellemzésére. A kionószerként használt oldatok különböznek hatásmechanizmusukban, a kivonatban megjelenő tápelemformákban és a tápanyagok mennyiségében is. Követelmény, hogy a kivont tápelem-tartalom összefüggésbe hozható legyen a növény által felvett tápanyagok mennyiségével. A vizsgálati eredményeket nem torzíthatják az eltérő talajtulajdonságok, különben ezt figyelembe kell venni a trágyázási szaktanácsadás során.

A növények számára a tápanyagok oldott és kicserélhető formái hozzáférhetőek, így az egyes szaktanácsadási rendszerekben alkalmazott kionószerek is ezek meghatározására törekednek. Az erélyesebb (savanyú, nagy só-koncentrációjú)

extraháló szerek azonban több tápanyagot vonnak ki és a tartalékok egy részét is oldják (Sarkadi, 1975; Novozamsky és Houba, 1987).

Hazánkban elsőként a 'Sigmund Elek (1901) által ajánlott salétromsavas extrakciót használták a P meghatározásra. Később a savas extrakció hibáját pufferolással kiküszöbölő eljárások terjedtek el világszerte, mert az állandó pH megakadályozza a foszforvegyületek másodlagos kicsapódását. Ide tartoznak a ma is használatban lévő DL (Riehm, 1943) és AL (Egnér et al., 1960) kivonószerek. A 70-es években hazánkban is bevezették az AL módszert, mely erélyesebb és jobban pufferolt, mint a DL. A MÉM-NAK laboratóriumok szaktanácsadása az AL-oldható P-tartalomra épült (Buzás és Fekete, 1979). Az AL-al nyert tapasztalatok alapján több szerző (Loch et al., 2005; Fülek, 1999; Fekete et al., 1983) is javasolta a talaj-kivonószerek körének bővítését. Holló et al. (1991) csernozjom barna erdőtalajon vizsgálta a friss foszfortrágyázás hatását, előzőleg több éven át különböző trágyaadagokkal kezelt parcellákon, a talaj AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalmára. Megállapították, hogy az AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> önmagában csak közelítő információt hordoz. Sarkadi et al. (1987) szerint a talaj P-szolgáltatása az AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> értékek alapján pontosabban értelmezhető a P trágyázási múlt, a P-mérleg, valamint az egyéb talajtulajdonságok ismeretében.

A P-dinamika vizsgálatára is vannak lehetőségek, de gyakorlati alkalmazásuk nem elterjedt, mivel időigényesek, így sorozatvizsgálatokra nem alkalmasak (Németh, 1972; Fardeau, 1996).

A P leköttődése többféle módszerrel vizsgálható. Loch és Jászberényi (1995) Fox és Kamprath módszerével tesztelték különböző OMTK termőhelyekről származó mintákban a P adszorpciót és deszorpciót, azonos ionerősségű 0,01 mólos kalcium-klorid oldatban. Az eltérő tulajdonságú talajokban jelentős különbségeket tapasztaltak a növekvő P adagokkal kezelt mintákban. Az adszorpció izotermák jól jellemzik a talajtulajdonságtól (pH, CaCO<sub>3</sub>, kötöttség) függő leköttődést, lehetővé teszik a talajoldat kritikus P koncentrációjának eléréséhez szükséges P adagok becslését.

A P-leköttődését vizsgálhatjuk a Baker-Amacher talajteszttel is (Jászberényi et al., 1999). Az extraháló-szerhez adott kis mennyiségű P lehetővé teszi az adszorpció, deszorpció viszonyok tanulmányozását és ezzel a műtrágya szükséglet pontosabb becslését.

Az analitikai módszerek fejlődésével a múlt század második felében előtérbe került az enyhe kivonószerek (desztillált víz, híg sóoldatok) alkalmazása, mivel feltehetőleg az ezekben oldódó tápelem mennyiség jól jellemzi az aktuálisan rendelkezésre álló tápelem-tartalmat (Loch, 2006). Buzás (1987) szerint, ha összefüggést akarunk találni a talajvizsgálati eredmények és a növények felvett P tartalma között, akkor a talajvizsgálatoknak a foszfor szolgáltatót kell jellemezniük, mivel a talajoldat P tartalmát nem a tartalékok mennyisége, hanem azok felvehetővé válásának sebessége

határozza meg. A foszfor szolgáltatót pedig akkor jellemezzük a legjobban, ha a kivonószertben a talaj felvehető foszfortartalmával arányos foszfortartalmat mérünk, tehát a talajoldathoz hasonló összetételű kivonószert használunk.

Schachtschabel (1954) a növények számára hozzáférhető Mg meghatározására a semleges kémhatású és híg – a talaj só-koncentrációjához közel álló – 0,0125 M CaCl<sub>2</sub>-ot ajánlta. A kalcium-kloridos kivonatot Sarkadi (1975) is említi. Összefoglaló munkájában azt írja, hogy a talaj P szolgáltató képességének mértékéül sokan a tápanyag-potenciált adják meg (Schofield, 1955). Wild (1964) azonban kísérletek alapján is bizonyította, hogy különböző Ca:P arányú homokkultúrákban a növények termése és P-felvétele nem a P-potenciáltól, hanem az oldat P-tartalmától függött. Ezért használják újabban a hozzáférhető P jellemzésére inkább a talajoldat, vagy, mivel technikailag könnyebben kivitelezhető, a CaCl<sub>2</sub>-os kivonot P-tartalmát.

Houba et al. (1990) a makro- és mikro-tápelemek meghatározására a 0,01 M CaCl<sub>2</sub>-ot javasolták. Ennek nyomán a DATE Mezőgazdasági Kémiai tanszékén megkezdődött a kivonószert hazai tesztelése (Houba et al., 1991). A nemzetközi szabványosítási szervezet (ISO TC 190 "Soil Quality") támogatásával megindult egy univerzális kivonószerről szóló párbeszéd és nemzetközi együttműködésben végzett kutatás. Ebben Hollandia, Lengyelország, Csehország mellett a DATE Mezőgazdasági Kémiai tanszéke is részt vett.

Több tanulmány is megállapította, hogy a 0,01 M CaCl<sub>2</sub>-ban mért tápelem mennyiség intenzitási paraméter, ami a könnyen felvehető tápelem-tartalmat jellemzi (Diest et al., 1993; Fotyma et al., 1996; Baier és Baierova, 1997). Ezzel szemben a savanyú kémhatású sóoldatokkal való extrakció, mint a hazánkban is használt AL, vagy a DL a tartalékkészletek egy részét is oldják, így ezekkel a módszerekkel úgynevezett kapacitási paramétert kapunk (Houba et al., 1991; Fotyma et al., 1998).

Dolgozatomban a kísérlet 40. évében (2007), őszi búza után vett talajminták 0,01 M CaCl<sub>2</sub>-ban mért foszfortartalmának alakulásáról számolok be. A talajok AL-P tartalmát és kémiai, fizikai tulajdonságait, valamint a terméseredményeket a Karcagi Kutató Intézet a rendelkezésemre bocsátotta.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Az általam vizsgált talajok a Debreceni Egyetem Karcagi Kutató Intézetének B17 jelű OMTK kísérletéből származnak. A kísérlet talaja mélyben szolonyeces réti csernozjom. A talajképző kőzet vályogos agyag fizikai féleségű infúziós lösz. A feltalaj kémhatása gyengén savanyú, a 0-40 cm rétegben azonban jelentős hidrolitos aciditást mutat. Az AL-oldható foszfortartalom alapján a talaj P-ellátottsága igen gyenge.

Az OMTK kísérletek B17 jelű változatát egységes irányelvek szerint 1967 őszen állították be. A szabadföldi kiscellás kísérlet elrendezése

split-plot, a kezelések száma 20, az ismétlések száma 4, növényi sorrendje őszi búza – kukorica – kukorica – őszi búza. A műtrágya kezelések a következők: N: 0, 100, 150, 200 kg ha<sup>-1</sup>; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 0, 60, 120 kg ha<sup>-1</sup>; K<sub>2</sub>O: 0, 100 kg ha<sup>-1</sup>. Az előbb ismertetett NPK adagok kombinációi mellett egy emelt adagú (N: 250, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 180, K<sub>2</sub>O: 100 kg ha<sup>-1</sup>) kezelés is van.

A talajminta-vételezés 2007-ben, az őszi búza betakarítását követően történt. A talajminták foszfortartalmát a DE-MTK Agrokémiai és Talajtani Tanszékén 0,01 M CaCl<sub>2</sub>-os rázatást követően (Houba et al., 1990) SKALAR folyamatos elemző készülékkel határoztuk meg.

A statisztikai vizsgálatokhoz az SPSS.13 programot használtam. Az adatokat lineáris regresszió számításával és varianciaanalízissel értékeltem. Ha a varianciaanalízis szignifikáns különbséget igazolt, a csoportok közötti különbségeket LSD<sub>5%</sub> post hoc analízissel vizsgáltam. Az eredmények értékelésekor a szignifikáns különbségeket a táblázatban betűkkel jelöltem.

### EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

#### Az AL-P és a 0,01 M CaCl<sub>2</sub>-ban meghatározott P-tartalom kapcsolata

A karcagi B17 OMTK kísérlet talajain az AL és 0,01 M CaCl<sub>2</sub> P-tartalma közötti korrelációt az 1. ábra mutatja. A két kivonószemben mért P-tartalom az általam vizsgált karcagi talajokon összhangban van egymással, az összefüggés szignifikáns és szoros. A korrelációs koefficiens lineáris illesztéssel: r=0,68, exponenciális illesztéssel: r=0,7.

1. ábra: A CaCl<sub>2</sub>-P és AL-P értékek közti regressziós analízis eredménye (n=80)

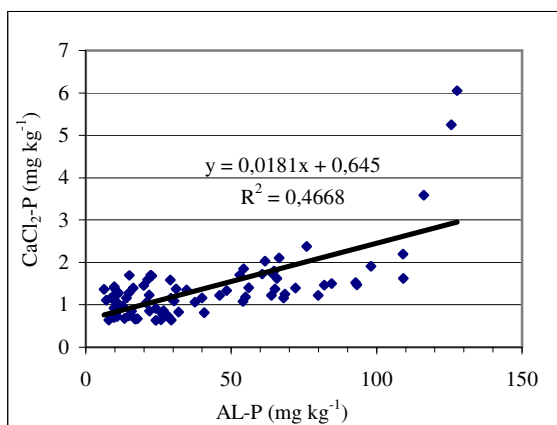


Figure 1: Regression between phosphorus content determined in AL and in CaCl<sub>2</sub> (n=80)

Az ábrán is jól látszik, hogy az AL-P közel 30-szorosa a CaCl<sub>2</sub>-P értékének. Ez is alátámasztja, hogy a CaCl<sub>2</sub>-ban mért foszfortartalom közelebb áll a

növény számára hozzáférhető mennyiséghez, míg az AL-P a tartalékok mennyiségét is oldja.

A korábban, változatos talajtulajdonságú mintabázisokon végzett összehasonlító vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy az AL-P és CaCl<sub>2</sub>-P között gyenge-közepes az összefüggés. A gyengébb korreláció magyarázata, hogy az eltérő talajtulajdonságok másként módosítják a kivonószerekben oldható tápelemek mennyiségét. Az általam vizsgált mintabázison kapott eredmények azt mutatják, hogy a két kivonószere P tartalma nem számítható át egymásba, még adott talajon sem.

#### A kezelések hatása a 0,01 M CaCl<sub>2</sub>-ban meghatározott P mennyiségére

Az NPK kezelések hatását a CaCl<sub>2</sub>-P értékére az 1. táblázatban szemléltetem. A kezelések közti különbségeket vizsgálatára egytényezős varianciaanalízist végeztem. Az ábrán azonos betűvel jelölt kezelések értéke nem különbözik szignifikánsan az LSD<sub>5%</sub> post hoc analízis szerint.

1. táblázat

Az NPK kezelések hatása a CaCl<sub>2</sub>-P mennyiségére (n=76)

Kezelés(1)	CaCl <sub>2</sub> -P (mg kg <sup>-1</sup> )	SZD*(2)
Kontrol	1,11	cdfij
N <sub>100</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0,94	d
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	1,07	dfh
N <sub>100</sub> P <sub>120</sub> K <sub>0</sub>	1,70	a
N <sub>150</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1,09	dfh
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	1,00	de
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>0</sub>	1,51	aghi
N <sub>200</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1,04	dfh
N <sub>200</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	1,05	dfh
N <sub>200</sub> P <sub>120</sub> K <sub>0</sub>	1,47	aeghjk
N <sub>100</sub> P <sub>0</sub> K <sub>100</sub>	1,12	bcdfik
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	1,16	bcdfik
N <sub>100</sub> P <sub>120</sub> K <sub>100</sub>	1,60	ac
N <sub>150</sub> P <sub>0</sub> K <sub>100</sub>	0,99	de
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	1,20	ad
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>100</sub>	1,54	af
N <sub>200</sub> P <sub>0</sub> K <sub>100</sub>	1,02	dg
N <sub>200</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	1,13	bcdfik
N <sub>200</sub> P <sub>120</sub> K <sub>100</sub>	1,62	ab

\*Az azonos számmal jelzett kezelések értékei 95%-os valószínűségen nem különböznek egymástól(3)

Table 1: The effect of the NPK treatments on the CaCl<sub>2</sub>-P (n=76)

Treatment(1), Significant difference(2), Means designated by the same letter were not significantly different at the p=5% level(3)

A műtrágyakezelések közül csak a 120 kg ha<sup>-1</sup>-os foszfor kezelés okozott szignifikáns emelkedést a CaCl<sub>2</sub>-P értékében a kontrolhoz képest. Ennek oka, hogy a 60 kg ha<sup>-1</sup>-os kezelés csak az őszi búza által felvett foszfor mennyiségét pótolta, ahogy azt az 2. táblázatban szereplő terméseredmények, és a terméssel kivont foszfor mennyisége is bizonyítja.

2. táblázat

Az őszi búza termésátlagai kezelésként és a terméssel kivont foszfor mennyisége (2007)

Kezelés(1)	Búza (t ha <sup>-1</sup> )(2)	Termés által kivont P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )(3)
Kontrol	1,7	18,3
N <sub>100</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	4,4	48,4
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	5,9	65,4
N <sub>100</sub> P <sub>120</sub> K <sub>0</sub>	5,7	62,8
N <sub>150</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	4,1	44,9
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	6,5	71,6
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>0</sub>	6,5	71,9
N <sub>200</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	4,3	47,0
N <sub>200</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	6,3	69,2
N <sub>200</sub> P <sub>120</sub> K <sub>0</sub>	6,7	74,1
N <sub>100</sub> P <sub>0</sub> K <sub>100</sub>	4,1	45,3
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	5,6	62,1
N <sub>100</sub> P <sub>120</sub> K <sub>100</sub>	4,9	54,4
N <sub>150</sub> P <sub>0</sub> K <sub>100</sub>	4,1	45,4
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	6,2	68,4
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>100</sub>	5,6	62,1
N <sub>200</sub> P <sub>0</sub> K <sub>100</sub>	4,2	46,5
N <sub>200</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	6,2	68,4
N <sub>200</sub> P <sub>120</sub> K <sub>100</sub>	6,4	70,1

Table 2: The average yield of winter wheat and the amount of phosphorus taken up by the plant

Treatment(1), Winter wheat(2), The amount of phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) taken up by the plant(3)

A 20 kezelés közül az utolsót (N<sub>250</sub>P<sub>180</sub>K<sub>100</sub>) nem vontam be a varianciaanalízisbe, mivel kiugró érték, és nincsenek meg a megfelelő kontrol kezeléskombinációi.

**A 0,01 M CaCl<sub>2</sub>-P és az AL-P alakulása a P kezelések függvényében**

Az egyes foszfor adagok átlagos CaCl<sub>2</sub>-P és AL-P értékeit mutatom be a 2. ábrán. Mivel az AL-P átlagosan 30-szorosa a CaCl<sub>2</sub>-P értékének, az átláthatóság kedvéért külön tengelyen ábrázoltam a két adatsort. Jól látható, hogy az AL-P értéke meredeken nő a növekvő adagok hatására, míg a CaCl<sub>2</sub>-P értéke a kezeletlenhez képest csak a 120 kg ha<sup>-1</sup>-os adag hatására nő 1,5-szeresére, majd a 180 kg ha<sup>-1</sup>-os adag hatására megkétszereződik.

A MÉM-NAK 1979-es határértékei (Buzás és Fekete, 1979) alapján a kezeletlen talajok átlagos AL-P értéke az igen gyenge, a 60 kg ha<sup>-1</sup>-os P adaggal kezelt talajoké a gyenge, míg a 120 kg ha<sup>-1</sup>-os a jó, a 180 kg ha<sup>-1</sup>-os pedig az igen jó ellátottsági kategóriákba esnek. A CaCl<sub>2</sub>-P értéke tehát csak a MÉM-NAK szerint jónak és igen jónak minősített talajokon nőtt a kontrolhoz képest.

2. ábra: A P kezelések hatása a CaCl<sub>2</sub>-P és AL-P mennyiségére (n=80)

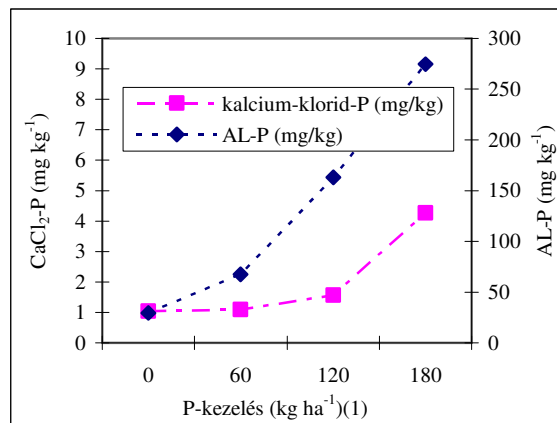


Figure 2: The effect of P treatments on the CaCl<sub>2</sub>-P and AL-P (n=80)

P-treatment (kg ha<sup>-1</sup>)(1)

**A 0,01 M CaCl<sub>2</sub>-P és a 2006/2007 évi mérleg kapcsolata**

A 2006/2007-es év mérlege a műtrágyázás és a termés által kivont P mennyisége alapján a 3. táblázatban látható. Mindkét kivonószert P-tartalma összhangban volt a mérleggel. Megállapítható, hogy a CaCl<sub>2</sub>-P értéke jól jelzi a talaj tápanyag-ellátottságát, hiszen legkisebb foszfortartalmat a legalacsonyabb mérleg értékeknél mértük, míg ahol pozitív a mérleg, ott a CaCl<sub>2</sub>-P értéke is megnőtt. A CaCl<sub>2</sub>-P a 180 kg ha<sup>-1</sup>-os kezelésben többszörösére nőtt, ami a sokévi túltrágyázással magyarázható.

3. táblázat

Az őszi búza termésátlagai, a terméssel kivont foszfor mennyisége, az egyszerűsített agronómiai mérleg és a kivonószerekben mért átlagos foszfortartalom (2007)

Kezelés(1)	Búza (t ha <sup>-1</sup> )(2)	Termés által kivont P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg ha <sup>-1</sup> )(3)	Kiadott P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg ha <sup>-1</sup> )(4)	Mérleg (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg ha <sup>-1</sup> )(5)	CaCl <sub>2</sub> -P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg kg <sup>-1</sup> )	AL-P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg kg <sup>-1</sup> )
Kontrol	1,7	18,3	0	-18,3	2,52	40,7
P <sub>0</sub>	4,2	46,3	0	-46,3	2,35	27,5
P <sub>60</sub>	6,1	67,5	60	-7,5	2,50	67,6
P <sub>120</sub>	6,0	65,9	120	54,1	3,57	163,3
P <sub>180</sub>	6,9	76,4	180	103,6	9,70	274,5

Table 3: The average yield of winter wheat, the nutrient uptake of the plant, the agronomic nutrient balance and the average phosphorus content determined in different extractants

Treatment(1), Winter wheat(2), The amount of phosphorus taken up by the plant(3), Rates of P applied(4), Nutrient balance(5)

## KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A karcagi B17 OMTK kísérlet 2007-ben vett talajmintáin a  $\text{CaCl}_2\text{-P}$  és az  $\text{AL-P}$  értékei között statisztikailag igazolható, szoros korrelációt állapítottam meg. Míg a  $\text{CaCl}_2$  a talaj könnyen hozzáférhető foszfor-formát oldja, az  $\text{AL}$  feltehetőleg a tartálekok egy részét is, amit az is alátámaszt, hogy az  $\text{AL}$  átlagosan 30-szor több P-t old, mint a 0,01 M  $\text{CaCl}_2$ .

A trágyázatlan kontroll kezeléshez képest csak a 120 és 180 kg  $\text{ha}^{-1}$ -os P adag kijuttatásának volt

szignifikáns hatása a  $\text{CaCl}_2\text{-P}$  értékére. Kiszámítottam az adott tenyészidőszak (2006/2007) mérlegét az egyes foszfor lépcsőkre vonatkozóan, és megállapítható volt, hogy a  $\text{CaCl}_2\text{-P}$  értéke összhangban van a mérleggel. Negatív mérleg esetén nem nőtt, vagy csökkent a  $\text{CaCl}_2\text{-P}$  értéke, míg a túltrágyázás hatására sokszorosára nőtt. Ebből arra következtethetünk, hogy a 0,01 M  $\text{CaCl}_2$  érzékenyen jelzi a foszfor hiányt és a foszfor többletet is a talajban.

## IRODALOM

- Baier, J.-Baierova, V. (1997): Einfluss der Stickstoffdüngung auf den Kali-Entzug. VDLUFA-Schriftenreihe 46, 723-726.
- Buzás I. (1987): Bevezetés a gyakorlati agrokémiába. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 288.
- Buzás I.-Fekete A. (1979): Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. MÉM-NAK, Budapest
- Diest, A.-Horakowa, H van-Houba, V. J. G. (1993): Towards unity and clarity in European soil testing. Proceedings 23<sup>th</sup> Colloquium International Potash Institute Prague: 433-435.
- Egnér, H.-Riehm, H.-Domingo, W. R. (1960): Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. K. LantbrHögsk. Ann 26. 199-215.
- Fardeau, J. C. (1996): Dynamics of phosphate in soils. An isotopic outlook. Fert. Res. 45: 91-100.
- Fekete A.-Siky K.-Pálmai O. (1983): Különböző talajvizsgálási módszerek összehasonlító vizsgálata. Melioráció-öntözés és tápanyaggazdálkodás 3: 46.
- Fotyma, M.-Gosek, S.-Szewczyk, M. (1996): Preliminary experience with calcium chloride method in Poland. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 27, 1387-1401.
- Fotyma, M.-Jadczyzyn, T.-Jozefaciuk, G. (1998): Hundreth Molar Calcium Chloride Extraction Procedure. Part II. Calibration with Conventional Soil Testing Methods for pH. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 29. 11-14. 1625-1632.
- Fülek Gy. (szerk.) (1999): Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 98-110.
- Holló S.-Csathó P.-Sarkadi J. (1991): A foszfor műtrágyázás hatékonysága kukorica-tavaszi árpa-őszi búza vetésváltásban egy csernozjom barna erdőtalajon. Növénytermelés, Tom. 40. No.1. 51-66.
- Hossner, L. R.-Freeouf, J. A.-Felsom, B. L. (1973): Solution phosphorous concentration and growth of rice (*Oryza sativa* L.) in flooded soils. Soil Science Society of America Proceedings, v. 37, 405-408.
- Houba, V. J. G.-Novozamsky, L.-Lexmond, T. M.-van der Lee, J. J. (1990): Applicability of 0,01 M  $\text{CaCl}_2$  as a single extraction solution for the assessment of the nutrient status of soils and other diagnostic purposes. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 21. 2281-2290.
- Houba, V. J. G.-Jászberényi, I.-Loch, J. (1991): Application of 0,01 M  $\text{CaCl}_2$  as a single extraction solution for evaluation of the nutritional status of Hungarian soils. Debreceni Agrártudományi Egyetem Tudományos Közleményei, XXX. 85-89.
- Jászberényi, I.-Kovács, B.-Loch, J. (1999): Experiences with the modified Baker-Amacher soil extraction procedure in Hungary. Commun. Soil Sci. and Plant Anal. 31. (11-14) 2125-2134.
- Loch J. (2006): Tápanyagvizsgálási módszerek értékelése. A tápanyag-gazdálkodást segítő talajvizsgálási módszerek alkalmazása a Nyírség homoktalajain (Szerk. Loch J.-Lazányi J.), Nyíregyháza. 51-77.
- Loch, J.-Jászberényi, I. (1995): Untersuchung der Phosphatadsorption und -Desorption in Dauerdüngungsversuchen. Agribiological Research 48. (1), 53-62.
- Loch J.-Kiss Sz.-Vágó I. (2005): A talajok 0,01 M  $\text{CaCl}_2$ -ban oldható tápelem frakciónak szerepe és jelentősége. Lazányi J. (ed.): Fenntartható homoki gazdálkodás megalapozása a Nyírségben. Westsik Vilmos Nyírségi talajfejlesztési Alapítvány. Nyíregyháza, 137-156.
- Mengel, K.-Kirkby, E. A. (1987): Principles of Plant Nutrition. 4<sup>th</sup> Edition. International Potash Institute, IPI, Bern, Switzerland
- Németh, K. (1972): Bodenuntersuchung mittels Elektro-Ultrafiltration (EUF) mit mehrfach variierter Spannung. Landw. Forsch. Sonderh 27/II, 184.
- Novozamsky, I.-Houba, V. J. G. (1987): Critical evaluation of soil testing methods for K, Proceedings 20<sup>th</sup> Colloquium International Potash Institute, Bern, Switzerland. 177-197.
- Riehm, H. (1943): Bestimmung der laktatlöslichen Phosphorsäure in karbonathaltigen Böden. Phosphorsäure 1. 167.
- Sarkadi J. (1975): A műtrágyaigény becslésének módszerei. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 179.
- Sarkadi J.-Thamm F.-né-Pusztai A. (1987): A talaj P-ellátottságának megítélése a korrigált  $\text{AL-P}$  segítségével. Melioráció-öntözés és tápanyaggazdálkodás. Agroinform 87/2: 66-72.
- Schachtschabel, P. (1954): Das pflanzenverfügbare Magnesium des Bodens und seine Betsimmung. Z. Pfl. Ernähr. Düng. Bodenk. 67, 9.
- Schofield, R. K. (1955): Can a precise meaning be given to „available” soil phosphorus? Soils and Fert. 18. 373.
- Sigmond E. (1901): Adatok a talaj asszimilálható foszforvartalmának meghatározásához. Magyar Chemiai Folyóirat 7. 4-7.
- Wild, A. (1964): Soluble phosphate in soil and uptake by plants. Nature London 203. 326-327.