

Különböző kivonószerek, valamint a talaj/kivonószer arány hatása az extraktum Mg- és P-koncentrációjára

¹ FILEP TIBOR, ² DÁNIEL PÉTER, ² KOVÁCS BÉLA és ¹ LOCH JAKAB

¹ Debreceni Agrártudományi Egyetem (DATE) Mezőgazdasági Kémiai Tanszék
és ² DATE Regionális Műszerközpont, Debrecen

A talajextrakció irodalma sokrétű és elsősorban a kivonószer minőségének a mért koncentrációértékekre gyakorolt hatásával kapcsolatos. A talaj/kivonószer arány szerepének tanulmányozásával viszonylag kevés kutató foglalkozott, és az esetek többségében csupán egy-egy elemet, vagy egy-egy kivonószert vizsgáltak.

WILD (1959), BENDI és GILKES (1987) a foszforra, SINGH és munkatársai (1978) a káliumra, SCHACHTSCHABEL (1954) a magnéziumra vonatkozóan rámutattak, hogy a talaj/kivonószer arány változtatásával a koncentráció arányosan, de nem lineárisan növekszik. SIMONIS (1996) is erre a következtetésre jutott a kálium és foszfor esetében. LOCH és munkatársai (1998) a magnéziumra 0,01 M CaCl₂-oldattal és néhány más kivonószerral kapott eredményeket hasonlították össze. Különböző talaj/kivonószer arány mellett alkalmazott extraháló oldatok hatását értékelve, szoros korrelációt találtak a különböző eljárásokkal nyert eredmények között. A kivonószerek tehát hasonlóan viselkednek bizonyos paraméterek megváltoztatásakor, ez azonban nem jelenti azt, hogy a mért (számszerű) értékek is megegyeznek. Hasonló megállapítást tett BAIER és BAIEROVA (1998) a káliumnál. ERP és munkatársai (1998) kimutatták, hogy a kivonatban a NO₃⁻ koncentrációja a talaj/kivonószer aránnyal lineárisan, az ortofoszfát és a K⁺ koncentrációja pedig nem lineárisan változik. A nitrát, illetve a foszfor és a kálium viselkedése közötti eltéréseket a szerzők a talajkoloidok pufferhatásának tulajdonítják.

Közleményünkben hatféle extrahálószert hatékonyságával, ill. az extraktumok tápelem-koncentrációjának a talaj/kivonószer aránytól függő változásával kapcsolatos eredményeinket foglaltuk össze az alábbi célkitűzésekkel:

- a hat extrahálószert hatékonyságának jellemzése,
- az optimális talaj/kivonószer arány megállapítása,
- a tápelem-koncentráció és a talaj/kivonószer arány közötti összefüggések leírása.

Anyag és módszer

A vizsgálatokhoz három lényegesen eltérő tulajdonságú talaj 0–20 cm-es rétegből vett mintákat használtunk (1. táblázat). A kisvárdai minta egy savanyú, Ca- és Mg-ban szegény, kis humusztartalmú *homoktalajból* származik. A látóképi minta gyengén savanyú feltalajú, humuszban gazdag, közepes kötöttségű, *alföldi mészlepedékes csernozjom* talajt képvisel. A bátorligeti ősláp talaja pedig nagy szervesanyag- és karbonáttartalmú *láptalaj*.

1. táblázat
A vizsgált talajok fontosabb jellemzői

(1) Talajtípus	pH (H ₂ O)	(2) Hu %	CaCO ₃ %	y ₁	(3) K _A	(4) Agyag %	(5) Iszap %	(6) Homok %
a) Homoktalaj	4,8	0,7	0	12,6	31	6,8	6,6	86,6
b) Csernozjom	6,4	3,2	0	5,0	42	10,8	45,2	44,0
c) Láptalaj	7,7	25,2	5,4	-	60	14,5	31,2	54,3

Az alkalmazott kivonószerek: desztillált víz (pH = 6,8), 0,01 M CaCl₂-oldat (HOUBA, 1986), 1 M KCl (MSz-08 0450-80 alapján), 1 M NH₄-acetát (pH = 5; CAHOON, 1974 alapján), 0,5 M NH₄-laktát (pH = 3,8; EGNÉR et al., 1960) és Lakanen-Erviö-oldat (571 ml 100 % CH₃COOH, 373 ml 25 % NH₄OH, 74,4 g Na₂EDTA, pH = 4,65; LAKANEN & ERVIÖ, 1971).

Vizsgálati módszerek. – A humusztartalmat kálium-bikromátos roncsolás után, Tyurin módszerével, a CaCO₃-tartalmat Scheibler szerint határoztuk meg. A mechanikai összetétel mérése a sósavval és hidrogén-peroxiddal előkezelt minták nátrium-karbonáttal pH=10 értékre beállított szuszpenziójából, pipettás módszerrel történt.

A kivonószereket a jelzett irodalmi hivatkozásoknak megfelelően készítettük el Merck és Reanal analitikai tisztaságú vegyszerek felhasználásával. A KCl-oldattal végzett extrakciót a jól ismert és széles körűen alkalmazott pH(KCl) kémhatásmérési módszer és a KCl + EDTA extrakciós módszer kombinálásával hoztuk létre. Erre azért volt szükség, hogy a CaCl₂ kivonószer mellett szerepeljen még egy csupán az alkálifémsó-tartalma alapján ható kivonószer is, ami révén ellenőrizhető az „extrakciós sóhatás”. Az ammónium-acetát oldat pH-értékét hasonló megfontolások alapján hagytuk meg savanyú kémhatásúnak (CAHOON oldata pH 7 értékű): ez esetben a savanyú kémhatás az acetát anion révén az EDTA-hoz képest gyengébb komplexképző mellékhatással kombinálódik.

Minden esetben 1,0 g légszáraz, homogenizált talajt mértünk be és ehhez viszonyítva állítottuk be a kívánt arányokat. Minden extrakciót három ismétlés-

ben végeztünk. Az 1,0 g tömeget azért választottuk alapul mert a korszerű, centrifugáláson alapuló extrakciós berendezések esetében ez a tömeg tekinthető általánosan elfogadottnak, ugyanakkor következtetni lehet az 5 és 10 g mintával történő extrakciós meghatározásokra is. Az extrakciót szobahőmérsékleten (25 °C) végeztük, 100 ml térfogatú műanyag extrakciós edények és LaborMim talajextraktor segítségével. A bemért talajok tömegének és a kivonószer térfogatának arányát a következő értékekre állítottuk be: 1:10, 1:20, 1:30, 1:40, 1:50, 1:60, 1:70, 1:80, 1:90, 1:100 g:cm³. Az extrakció időtartama minden extrakció esetében két óra volt. Az 1:10 és 1:20 g:cm³ arány esetén az extraktum egészét négyszeresére hígítottuk, mivel az extraktum térfogata nem lett volna elegendő az ICP méréshez. Természetesen ezt a tényt később figyelembe vettük és számítással korrigáltuk.

A talajkivonatok elemtartalmát Labtam 8440 M ICP emissziós spektrométerrel vizsgáltuk a következő hullámhosszakon: P: 178,28 nm, Mg: 279,55 nm, Ca: 422,67 nm, K: 766,49 nm. A spektrométer kalibrálását „CRM 141 R Calcerous loam” és „CRM 142 R Light sandy soil” kódjelű nemzetközi standard minták adatai alapján végeztük.

Eredmények és értékelés

A kivonószer hatékonyágának összehasonlítása

Ismert, hogy az egyes kivonószerekben jelentős mennyiség lehet a talajban gyakran előforduló elemekből. Például a Lakanen-Erviö-oldat – Na₂EDTA formájában – nagy mennyiségű nátriumot, az 1 M KCl káliumot, míg a 0,01 M CaCl₂ egy század mól mennyiségben kalciumionokat tartalmaz, ezért a hatékonyság összehasonlítása és értékelése során vagy valamelyik kivonószert kell kihagyni, vagy valamelyik mérhető elemet. Ezeket figyelembe véve, a tápanyagok közül a magnézium tűnik legalkalmasabbnak az összes vizsgált kivonószert hatékonyságának összehasonlításához.

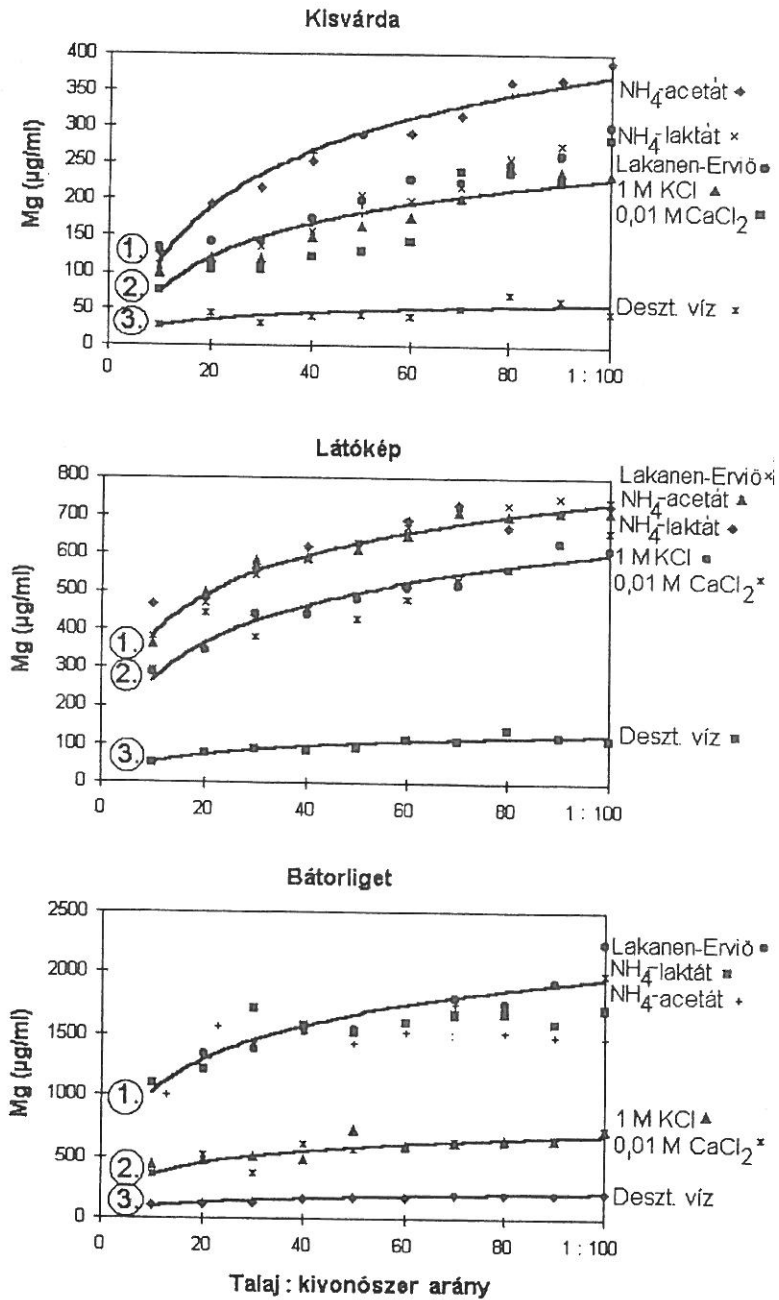
Az 1. ábrán a három talajnál kapott extrakciós eredmények láthatóak. A mért koncentrációk alapján a kivonószereket mind a három talajnál három csoportra oszthatjuk.

1. A legnagyobb koncentrációkat a savas és/vagy komplexképző anyagot tartalmazó oldatok esetében mértük. Ebbe a csoportba az ammónium-acetát, az ammónium-laktát és a Lakanen-Erviö-oldat tartozik.

2. Az 1. csoporthoz képest kisebb koncentrációértékeket találtunk a sóoldatok (1 M KCl- és a 0,01 M CaCl₂-oldat) alkalmazásakor.

3. A legkisebb hatékonyságot pedig minden esetben a desztillált vizes kezelés mutatta.

Mind a három oldószercsoport közös jellemzője, hogy a talaj/kivonószert arány növelésével az extraktumokban a Mg-koncentráció értékei exponenciális függvényvel leírható telítési görbe szerint rendeződnek.



1. ábra

A talaj/kivonószer arány és a mért Mg-koncentráció összefüggése a homoktalaj (Kisvárdai), csernozjom talaj (Látókép) és láptalaj (Bátorliget) esetében

A különböző extrahálószer csoportokra jellemző függvények egyenlete:

Homoktalaj

1. Mg $\mu\text{g/ml} = 112,3\ln(x) - 148,8$; $R^2 = 0,96^{***}$
2. Mg $\mu\text{g/ml} = 67,4\ln(x) - 83,1$; $R^2 = 0,85^{**}$
3. Mg $\mu\text{g/ml} = 13,7\ln(x) - 5,96$; $R^2 = 0,53^*$

Csernozjom talaj

1. Mg $\mu\text{g/ml} = 151,6\ln(x) + 34$; $R^2 = 0,97^{***}$
2. Mg $\mu\text{g/ml} = 145,8\ln(x) - 73,9$; $R^2 = 0,95^{***}$
3. Mg $\mu\text{g/ml} = 32,4\ln(x) - 23,4$; $R^2 = 0,84^{***}$

Láptalaj

1. Mg $\mu\text{g/ml} = 401,1\ln(x) + 90,6$; $R^2 = 0,84^{**}$
2. Mg $\mu\text{g/ml} = 142,8\ln(x) + 18,9$; $R^2 = 0,76^{**}$
3. Mg $\mu\text{g/ml} = 49,5\ln(x) - 24,4$; $R^2 = 0,95^{***}$

ahol, $^{***} = p < 0,1 \%$, $^{**} = p < 1 \%$, $^* = p < 5 \%$ és $x = \text{talaj/kivonószer arány}$.

Vizsgálataink azt mutatták, hogy a magnéziumra vonatkozó megállapítások – az ismertetett három csoport szerinti elkülönülés – érvényesek a foszfor, kálium és kalcium esetében is.

Megállapítottuk továbbá, hogy a talaj/extrahálószer arányának növelése az 1:80–1:100 arány fölé már nem okoz jelentős koncentrációnövekedést a kivonatban, azaz a további aránynövelés nem indokolt.

A foszfor ammónium-laktátos extrakciójának eredményei

Az ammónium-laktát (AL) kivonószert széles körben alkalmazzák a talajok foszforellátottságának megállapítására. A foszfornál az NH_4 -laktát alkalmazásakor is, a többi kivonószer hatásának elemzésekor megismert exponenciális függvény szerinti telítési görbe alakul ki, mely a vizsgált talajoknál az 1:30 arány esetén azonos értéket vett fel (2. ábra).

A különböző talajoknál az AL-oldatos kivonatok P-koncentrációira illeszthető görbe egyenletei:

Homoktalaj:

$$P \mu\text{g/ml} = 13,6 \ln(x) + 38,8; \quad R^2 = 0,87^{***}$$

Csernozjom talaj:

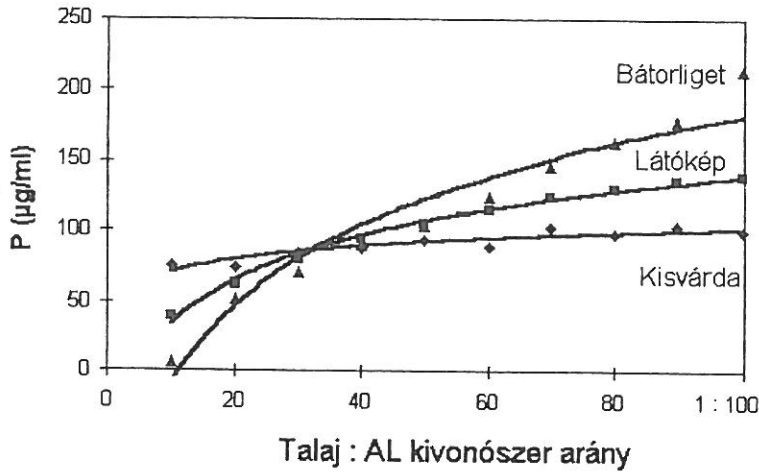
$$P \mu\text{g/ml} = 45,8\ln(x) - 72,1; \quad R^2 = 0,99^{***}$$

Láptalaj:

$$P \mu\text{g/ml} = 83,2 \ln(x) - 202,6; \quad R^2 = 0,93^{***}$$

ahol, $^{***} = p < 0,1 \%$, $^{**} = p < 1 \%$, $^* = p < 5 \%$ és $x = \text{talaj/kivonószer arány}$.

Vizsgálataink azt bizonyítják, hogy a foszfor esetében ammónium-laktátos extrakciónál az 1:20–1:40 arány az optimális a vizsgált rendszerekben.



2. ábra

Az AL-oldható P-koncentráció értéke változása a talaj/kivonószer aránnyal

Összefoglalás

Munkánk során azt vizsgáltuk, hogy a talaj/kivonószer arány változása hogyan hat a mért magnézium- és a foszforkoncentráció értékekre. Hat kivonószer vizsgáltunk meg ebből a szempontból. Megállapítottuk, hogy a hat vizsgált kivonószer a hatékonyság szempontjából három csoportba sorolható. A legkisebb koncentráció a desztillált vizes kivonatban mérhető. A desztillált víznél nagyobb hatásúak a sóoldatok (1 M KCl- és a 0,01 M CaCl₂-oldat), a leghatékonyabbak pedig a savas és/vagy komplexképzőt tartalmazó kivonószerek: az NH₄-laktát, az NH₄-acetát és a Lakanen-Erviö-oldat.

Eredményeink megerősítik az irodalomból már ismert megfigyelést, hogy a talaj/kivonószer arány növekedésével a koncentráció növekedése nem lineáris. Kimutattuk, hogy a mért tápelem-koncentrációk a vizsgált elemek és kivonószerek esetében, a talaj/kivonószer arányt csökkentve, logaritmus (ln x) függvénnyel leírható telítési görbe szerint változnak. Az ammónium-laktát (AL)-oldattal extrahált foszfor koncentrációjának változása is eltérő meredekségű logaritmus függvényekkel jellemezhető a különböző tulajdonságú talajoknál.

A vizsgálatok arra is rámutattak, hogy a talaj/kivonószer arány csökkentése (az általunk alkalmazott kivonószerek esetében) 1:80–1:100 érték fölé nem indokolt, mivel ez esetben az extrakciós teljesítmény nem növekszik tovább, viszont a nagyobb mennyiségű kivonószer alkalmazása a maximumhoz képest a mért koncentráció csökkenését okozhatja.

Irodalom

- BAIER, J. & BAIEROVA, V., 1998. Hundredth molar calcium chloride extraction procedure. IV. Calibration with conventional soil testing methods for potassium. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*. **29**. 1641–1648.
- BENDI, D. K. & GILKES, R. J., 1987. The movement into soil of P from superphosphate grains and its availability to plants. *Fertilizer Research*. **12**. 21–36.
- CAHOON, G. A., 1974. *Handbook of Reference Methods for Soil Testing*. The Council of Soil Testing and Plant Analysis. 101. Athens, Georgia.
- EGNER, H., RIEHM, H. & DOMINGO, W. R., 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoff zustandes der Böden. *Annales of Royal Agricultural College*. Sweden. **26**. 199–215.
- ERP, P. J. VAN, HOUBA, V. J. G. & BEUSCHEM, M. L. VAN, 1998. One hundredth molar calcium chloride extraction procedure. I. A review of soil chemical, analytical, and plant nutritional aspects. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*. **29**. 1603–1623.
- HOUBA, V. J. G., 1986. Application of 0.01 M CaCl_2 in soil extraction. *Plant and Soil*. **96**. 433–437.
- LAKANEN, E. & ERVIÖ, R., 1971. A comparison of eight extractants for the determination of plant-available micronutrients in soils. *Acta Agronomica Fennica*. **123**. 223–232.
- LOCH, H., JÁSZBERÉNYI, I. & VÁGÓ, I., 1998. Hundredth molar calcium chloride extraction procedure. III. Calibration with conventional soil testing methods for magnesium. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*. **29**. 1633–1640.
- SCHACHTSCHABEL, P., 1954. Das pflanzenverfügbare Magnesium des Boden und seine Bestimmung. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde*. **67**. 9–23.
- SIMONIS, A.D., 1996. Effect of temperature on extraction of phosphorus and potassium from soils by various extracting solutions. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*. **27**. 665–684.
- SINGH, B., SHARMA, K. N. & RANA, D. S., 1978. The quality-intensity relations of potassium in soil from plots having nine fixed crop rotations for six years. *Plant and Soil*. **50**. 363–370.
- WILD, A., 1959. The determination of calcium chloride-soluble phosphate in soils. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung*. **84**. 220–224.

Érkezett: 1999. január 11.

Effect of Various Extractants and the Soil/Extractant Ratio on the Mg and P Concentrations of the Extract

¹T. FILEP, ²P. DÁNIEL, ²B. KOVÁCS and ¹J. LOCH

¹Department of Agricultural Chemistry and ²Regional Instrument Centre of the University of Agricultural Sciences, Debrecen (Hungary)

Summary

In this paper the impact of the soil/extractant ratio on the detected concentration of magnesium and phosphorus is presented. Six extractants were studied from this point of view.

It was found that the six extractants could be separated into three groups based on their extraction efficiency, i. e. the detected Mg and P concentration. The lowest concentration was produced by distilled water. A higher concentration was detected in the case of salty solutions (1 M KCl and 0.01 M CaCl₂ solutions), while the highest concentrations were detected using acidic and/or chelating agent-containing extractants: NH₄ lactate, NH₄ acetate and Lakanen-Erviö solution. The results verified a previous finding, that a decrease in the soil/extractant ratio leads to a non-linear increase in concentration. It was also found that changes in the detected nutrient concentration induced by a decrease in the soil/extractant ratio could be described by an exponential (lnx) saturation function, at least in the case of the studied elements and extractants. Changes in the P concentration extracted with the P-specific ammonium lactate (AL) extractant could also be depicted by different exponential functions for different soils.

The results indicated that for the extractants tested a decrease in the soil/extractant ratio beyond 1:80 or 1:100 was not recommended, because it led to less efficient extraction.

Table 1. Main properties of the soils. (1) Soil. a) Sandy soil; b) Chernozem soil; c) Peat. (2) Humus, %. (3) Soil plasticity index according to Arany. (4) Clay, %. (5) Silt, %. (6) Sand, %.

Fig. 1. Correlation between soil/extractant ratio and measured Mg concentration in the sandy soil (Kisvárdá), chernozom soil (Látókép) and peat (Bátorliget).

Fig. 2. Change in AL-soluble P concentrations as a function of the soil/extractant ratio.