

Eljárás és berendezés a műtrágya-nitrogén migrációjának vizsgálatához

VARGA GYULA és BECZNER KÁLMÁN

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A modern mezőgazdasági termelés egyik jellemzője napjainkban, hogy egyre fokozódik a gyomirtószerek, talajjavító-, fertőtlenítő- és kondicionáló anyagok alkalmazása. Ugrásszerűen nő a felhasznált műtrágyák mennyisége és az öntözővíz a termelésnek egyre inkább állandó tényezőjévé válik. A termelési tevékenységgel ily módon egyre növekvő mennyiségben jutnak a különféle kémikáliák és vízben oldott sók a talajba. S bár a talaj terhelhetősége a biológiai ciklusban is résztvevő anyagokkal (pl. tápanyagok) igen nagy, bizonyos határon túl még ezek az anyagok is károsak lehetnek. Az ipari termelés talajba kerülő hulladékainak mennyisége is egyre nő, melyek közül az atomipar radioaktív hulladékai minden élő szervezetre egyaránt veszélyesek.

A talajt szennyező anyagok káros hatásuk miatt csökkenthetik a talaj termékenységét, ronthatják az élelmiszerek minőségét és tárolhatóságát és nem utolsósorban szennyezhetik környezetünket. Ezért a talajba juttatott vagy hulladékként odakerült anyagok transzportjának, transzformációjának, a talajra gyakorolt hatásának kutatása napjainkban alapvető fontosságú. Ezzel magyarázható, hogy a talajt szennyező anyagok, a vízben oldódó sók és a tápanyagok transzportfolyamatait különösen az utóbbi két évtizedben világszerte intenzíven tanulmányozzák.

Az utóbbi évek szakirodalmi adatai alapján egyértelműen megállapítható, hogy szántóföldi talajainkban a nitrogén tápanyag mozgási irányának és sebességének ismeretére napjainkban már tudományos, ökonómiai és egészségügyi szempontokból egyaránt szükség lenne. Az állandó és nagy termések biztosítása érdekében tett erőfeszítések (pl. nagyadagú műtrágyázás, öntözés) ugyanis egyúttal a nem kívánatos tápanyagmozgási folyamatok intenzitását is fokozzák. Ez végső soron a növény rendelkezésére álló nitrogén tápanyag mennyiségének csökkenésére, jelentős tápanyag veszteségekre, a felszíni, esetleg a felszín alatti vizek nitráttartalmának növekedésére vezethet. Fokozott ez a veszély a könnyű mechanikai összetételű talajokon.

A tápanyagmozgás ilyen értelmű reális megítélése a kérdés komplexitása miatt azonban bonyolult feladat. A mozgás irányának és sebességének meghatározása mellett kvalitatíve és kvantitatíve ismerni kellene mindazon folyamatok összességét, amelyek az oldható szerves nitrogén mennyiségét a növény – talaj – műtrágya rendszerben térben és időben megszabják. Ilyen adatok birtokában a számítógépek segítségével a tápanyag rezsím precíz ellenőrzése ugyanúgy lehetővé válna, mint a várható tápanyagmozgás előrejelzése.

A talajokban végbemenő anyagtranszport sokrétű és sokcélú vizsgálatában jelenleg egyre kiterjedtebben alkalmaznak olyan módszereket, melyek közös jellemzője, hogy az anyagmozgás megfigyelése, leírása és értékelése egy jól definiált és megfelelően ellenőrzött modell segítségével történik. Az anyagmozgást befolyásoló paraméterek értékeit számszerűen meghatározzák és a folyamatokat matematikai formulákkal kvantitatíve is leírják. A talajokban az anyagtranszport ilyen jellegű általános leírására alkalmas elvekről jó áttekintést nyújtanak FRISSEL és POELSTRA [2, 3, 4], valamint REINIGER és BOLT [7] összefoglaló munkái. A nitrogén tápanyag vertikális mozgásának és kimosódásának leírására alkalmas elvi és gyakorlati lehetőségeket pedig jól reprezentálják KOLENBRANDER [5], TERRY és McCANTS [8], LEVIN [6], valamint FERRARI és CUPERUS [1] munkái.

Az idézett munkákból az is kitűnik, hogy az oldható szervesetlen nitrogén transzportjának kvantitatív leírásában is, a biztató részeredmények ellenére, ma még elsősorban az útkeresés időszakában tartunk. Az egyes eljárásoknak kisebb-nagyobb módszertani fogyatékságai is vannak még. Megemlítjük, hogy ma már a nitrogén körforgalom egyes fontosabb szakaszainak vizsgálatára is ismeretesek használhatónak tűnő modellek. Nem kétséges, hogy a tápanyagforgalom megbízható ellenőrzéséhez és irányításához, a trágyázási szaktanácsadáshoz és a prognosztikához az ilyen jellegű vizsgálatok a jövőben nem nélkülözhetők.

A hazai viszonyokat és a nemzetközi szakirodalomban közzétetteket figyelembe véve az egyik legsürgetőbb feladatnak a nitrátanion transzportjának tanulmányozása tűnik. Hazánkban ui. a mezőgazdasági művelésbe vont könnyű mechanikai összetételű talajok jelentős területeken fordulnak elő. A nitrátion adszorpciója ezeken a talajokon általában kismérvű vagy elhanyagolható. E talajok hidraulikus vízvezetőképessége viszonylag nagy, kapilláris vízvezetőképessége pedig csekély. A nitrátion ezért ezeken a talajokon viszonylag könnyen mozog és így fokozottan fennáll a tápanyag kimosódás potenciális lehetősége. Fokozhatja ezt a hatást a talaj felső rétegének periodikus nedvesedése és kiszáradása is.

Mindebből következik, hogy a nitrátion transzportjának tanulmányozásához a talajoldat mozgási irányának és sebességének, a talajvízszint terep alatti mélységének ismerete döntő fontosságú. Ha egy talajszelvényre ezek az adatok ismertek és valamilyen módon megmérhető a talajoldat nitrát koncentrációja, esetleg annak időbeni változása, akkor a talajoldattal vagy a talajvízzel szállított nitrátion mennyisége, annak dinamikája, a talajszelvény tetszőleges pontjai között számítható. A laboratóriumi modellkísérletek adatai alapján számított mozgás szabadföldi viszonyok között végzett kísérletekkel ellenőrizhető. Ilyen típusú kísérletek adhatnak arra is feleletet, hogy a nitrátion mozgását a talajon természetett növények milyen mértékben módosítják.

Jelenlegi dolgozatunkban a nitrogénműtrágyák migrációjának vizsgálatára tervezett laboratóriumi berendezésünket ismertetjük.

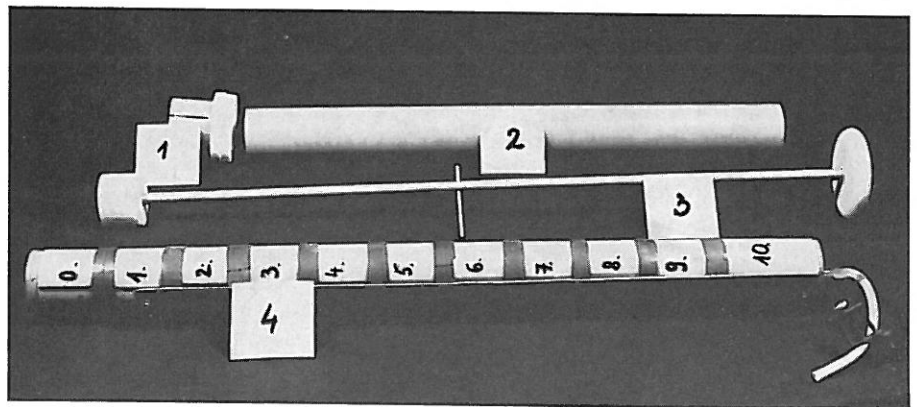
A berendezés leírása és az alkalmazás területei

A nitrogénműtrágyák vertikális mozgásának, eloszlásának és kimosódásának vizsgálatára 4,5 cm átmérőjű PVC csöveket alkalmazunk. A műanyagcsövek maximális hossza 50 cm; egyetlen darabból, vagy 5 cm hosszú

hengerekből állnak. Az egyes hengerek 2 cm széles gumigyűrűkkel rögzíthetők egymáshoz. Az oszlopot a kísérleti célnak megfelelően tömör vagy kivezetéssel és nylon szitaszövettel ellátott gumidugó, illetőleg 2—3 mm vastagságú perforált plexi lap és nylon szitaszövet zárja le. Mivel a PVC hengerek átmérője nem teljesen azonos és ezek a hengerek a képzeletbeli hossz tengelyre nem feltétlenül szimmetrikusak, ezért célszerű a hossz tengely irányát a hengeren még az elvágás előtt bejelölni és az egyes elemeket az eldarabolás sorrendjében megszámozni. Az elemekből összeszerelt oszlopok alumíniumlemezből készített félhengerek segítségével talajjal töltve is könnyen szállíthatók (1. ábra). Választásunk azért esett ilyen típusú oszlopokra, mert a VÁRALLYAY által kidolgozott módszerekkel [9, 10, 11] ilyen átmérőjű PVC hengerek felhasználásával a kétfázisú talaj hidraulikus vízvezetőképessége és a háromfázisú talaj ún. kapillaris vízvezetőképessége homogén és rétegzett talajokon egyaránt egzakt módon tanulmányozható. A PVC hengerekkel bolygatatlan szerkezetű (eredeti) mikromonolitok is begyűjthetők és a vizsgálatok minden további nélkül kiterjeszthetők akár 2 m mélységű eredeti talajszelvényekre is. Ez egyebek között azzal az előnnyel is jár, hogy lehetővé teszi az eredeti talajszerkezet hatásának és a talajszelvény genetikai felépítése szerepének figyelembevételét. Az elemekből összeszerelt oszlop a kísérlet végén nehézség nélkül szétszedhető. Az egybefüggő hengerekből a talaj a vizsgálat befejezése után az 1. ábrán 1. és 3. számmal jelölt munkaeszközök segítségével könnyen kitolható és tetszőleges hosszúságúra darabolható (esetünkben 5 cm-es darabokra).

Az 1. ábrán bemutatott előkészített talajjal töltött oszlopokkal vagy eredeti mikromonolitokkal a vizsgálatok a 2. és a 3. ábrák szerinti elrendezésben három- és kétfázisú rendszerekben végezhetőek el.

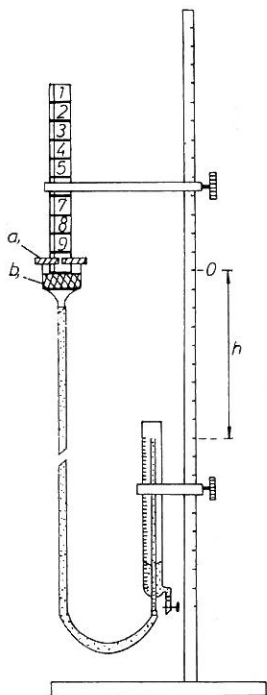
A 2. ábrán látható, gumidugó helyett perforált plexi lappal és nylon szitaszövettel lezárt, kb. 1 kg előkészített légszáraz talajt vagy előkészítetlen (eredeti) talajt tartalmazó oszlopot előzőleg alkalmas edényzetben (pl. 2 literes



1. ábra

Az eredeti és az előkészített talajokat tartalmazó PVC hengerek. 1. Hasítékkal ellátott 5 cm hosszúságú PVC henger a mikromonolitok darabolására. 2. 50 cm hosszúságú PVC henger az eredeti talajmonolitok begyűjtésére. 3. A talaj kinyomására szolgáló dugattyú. 4. Elemekből összeállított PVC henger az alumínium félhengerrel

mérőhengerbe állítva) levegőbuborék mentesen telítjük vízzel. A vízzel telített talaj pF-értékét kaolinlapos függő vízoszlop segítségével állítjuk be a kívánt értékre. Homoktalajoknál ehhez 48–72 óra szükséges. (Az ábrán szereplő habszivacs lemez a párolgást csökkenti.) Ha a kívánt pF-értéket elértük, az oszlop tetejére adjuk a nitrogénműtrágyát, majd az oszlopot egy 2–3 mm vastagságú perforált plexi lappal fedjük be. A migráció vizsgálatához alkalmazott vízmennyiséget a kívánt intenzitással és ideig adjuk a talajoszlop tetejére. A víz adagolásának megszüntetése után a kísérlet akkor fejeződik be, ha az adott vízoszlopnak megfelelő szívásnál több oldat a talajoszlopról már nem jön le. A 4. ábrán bemutatott gyengén humuszos homok pF-görbéjéből látható, hogy a talaj hasznos víztartalmának túlnyomó része 500 cm-es vízoszlopnak ($pF = 2,7$) megfelelő szívással már eltávolítható. A kísérlet befejezése után a nedvességtartalmat és a műtrágyából eredő nitrogén mennyiségét mérjük.

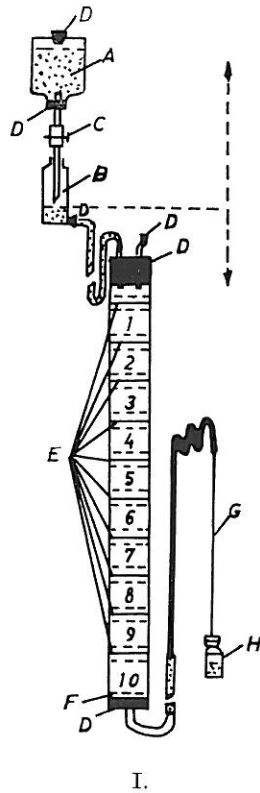


2. ábra

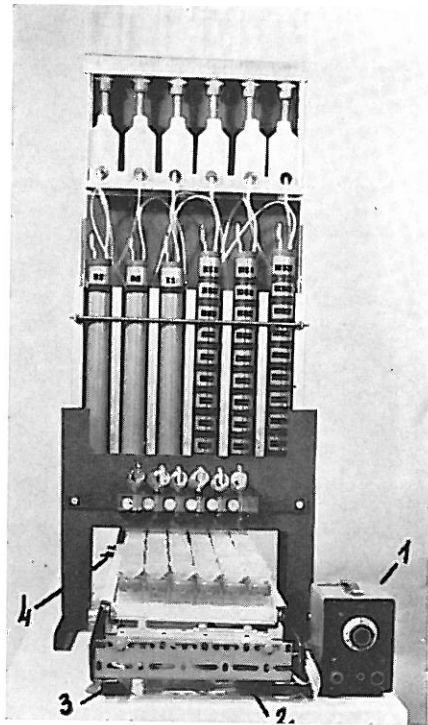
Kaolinlapos berendezés a talajoszlopok nedvességtartalmának beállítására 2,0–2,7 pF-tartományban. a) habszivacs lemez. b) kaolinlap

A műtrágya-N kimosódásának vizsgálatára alkalmas berendezés elvi vázlatát és gyakorlati kivitelezését a 3. ábra mutatja. Ezzel a berendezéssel a kilúgzási kísérletek kétfázisú rendszerben, eredeti és előkészített talajokkal egyaránt, félautomatikus üzemmódban végezhető el. A készülékre egyidejűleg hat talajoszlop helyezhető és az időkapcsoló órán beállított vezérlés szerint oszloponként 17 frakció (maximálisan 50–50 ml térfogatú) szedhető le minden beavatkozás nélkül. Homoktalajjal a vizsgálat kb. 25–30 órán át tart, ha az oldat átfolyási sebessége a talajoszlopon 0,0004 cm/sec. A kívánt sebesség kapillárisokkal (5. ábra) szabályozható és konstans értéken tartható. A kapillárisok a nylon szitaszöveten esetleg átjutó finom talajrészecskék ülepítésére megfelelő lejtésű spirállal vannak ellátva.

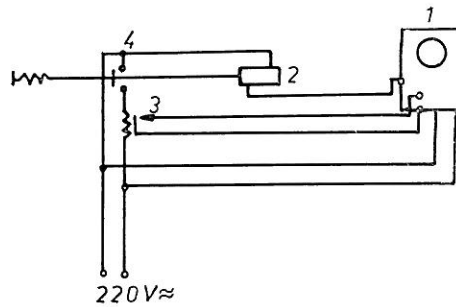
Ezekhez a vizsgálatokhoz a 3. ábra szerint összeszerelt, légszáraz talajjal töltött vagy eredeti talajt tartalmazó PVC-hengereket térfogatskálával ellátott víztartó edényből levegőbuborék mentesen telítjük vízzel. A telítéshez felhasznált víz mennyisége a víztartó edényről közvetlenül leolvasható. A vízzel telített oszlopokat a 3. ábrán látható állványzatra helyezzük, majd összekötjük a kapillárisokkal és az állandó vízszintet, valamint a kilúgzáshoz szükséges oldatot tartalmazó A és B jelű edényekkel. A kívánt átfolyási sebességet be szabályozzuk. Ezt követően a műtrágyát a talajoszlop tetejére adjuk. Az időkapcsoló órán beállítjuk az egy frakció leszedéséhez szükséges időt és a kilúgzást elkezdjük. Ha oszloponként 17 frakció már lejött, az edényzetet cseréljük. Homoktalajoknál erre mindössze egyszor van szükség. A kísérlet befejezése után az oszlopokból rétegenként, az eluátumból frakciónként határozzuk meg alkalmas módszerrel a műtrágyából eredő nitrogén mennyiségét. Az adatokból a kilúgzás paramétereit számítjuk.



I.



II.



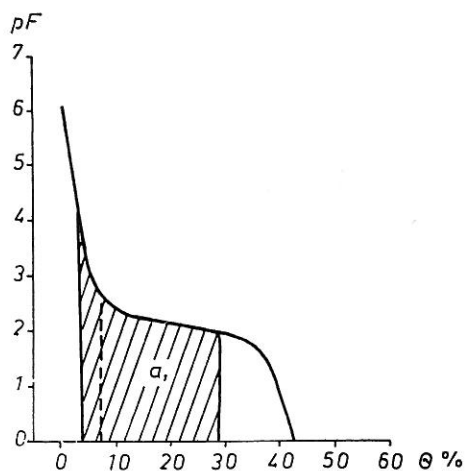
III.

3. ábra

A műtrágya-N kimosódásának vizsgálatára szolgáló berendezés. I. Elvi vázlata: 1.—10. 4,5 cm átmérőjű, 5 cm magas PVC hengerek. A) Nívópalack. B) Állandó vízszintű edény. C) Mohr szorító. D) Gumidugó. E) Gumigyűrűk. F) Szűrőlap, nylon szitaszövet. G) Kapilláris. H) Frakciószedő edény. II. Gyakorlati kivitelezése. III. A frakciószedő kapcsolási rajza. 1. Kapcsoló óra. 2. Frakciószedőt mozgató mágnes. 3. Bimetal késleltető kapcsoló. 4. Helyzetérzékelő kapcsoló

A $\text{NO}_3\text{—N}$ és az $\text{NH}_4\text{—N}$ relatív mozgékonyságának összehasonlítására eltérő talajokon, valamint módszertani vizsgálatok céljaira, az alábbi kísérleti technika is alkalmazható:

Az 1. ábra szerint összeszerelt, gumidugóval lezárt, 50 cm hosszúságú PVC hengerekbe kb. 1 kg 1 mm-es szitán átszitált légszáraz talajt töltünk. A vizsgálandó ^{15}N -ben 10 %-ra dúsított $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ vagy NH_4NO_3 modellanyagot a kívánt mennyiségben adjuk a talajoszlop tetejére. Az oszlopot nylon szitaszöveggel és 2 cm-es mosott homokréteggel fedjük be. Az így elkészített talajoszlopot az előkísérlet adatai alapján annyi vízzel nedvesítjük,

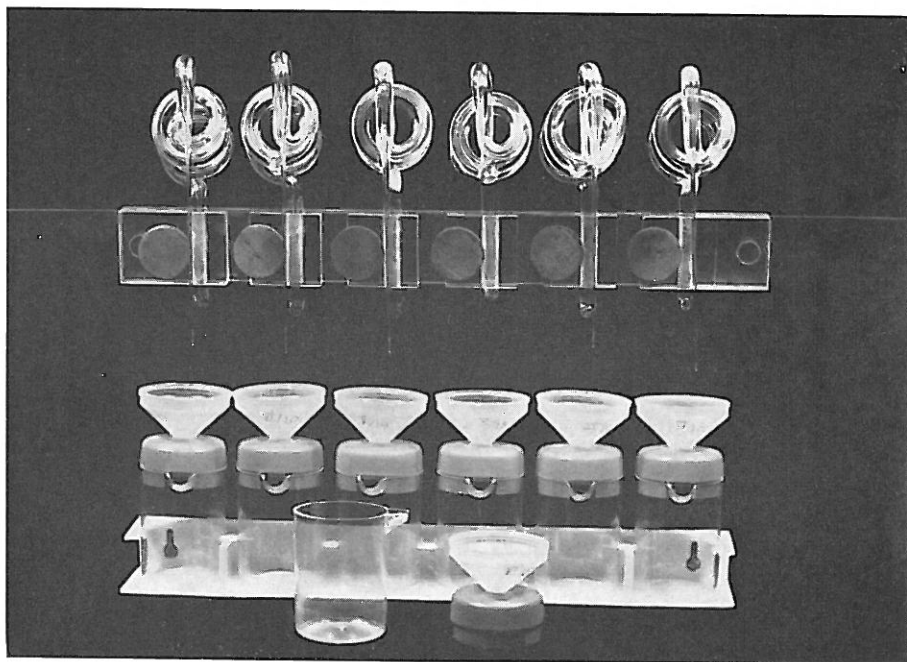


1. ábra

Orbottyáni gyengén humuszos homok pF-görbéje. Vízszintes tengely: nedvességtartalom térfogat %-ban

hogy az oszlop átnedvesedjen. Ehhez talajtól függően 250—400 ml víz szükséges. A kísérlet beállítását követően egységesen 72 óra múlva az oszlopokat rétegenként szétszedjük. Az egyes rétegek nedvességtartalmát, valamint a műtrágyából eredő nitrogén mennyiségét határozzuk meg.

Az ismertetett berendezést közel három éve használjuk a $\text{NO}_3\text{—N}$ és az $\text{NH}_4\text{—N}$ migrációjának, eloszlásának és kimosódásának tanulmányozására. A vázolt témakörökben elért eredményeket a lap következő számaiban részletesen ismertetjük.



5. ábra

Kapillárisok és a frakciószedő edényzet

Összefoglalás

Dolgozatunkban a műtrágyából eredő nitrogén mélységirányú migrációjának, eloszlásának és kilúgzásának vizsgálatára szolgáló berendezést ismertettünk. A berendezés felépítése biztosítja a széles körű alkalmazhatóságot a talajokban végbemenő tápanyagtranszport tanulmányozásában. A kísérletekhez előkészített és eredeti talajok is alkalmazhatók. A tápanyagok transzportjának tanulmányozása mellett a berendezéshez használt PVC hengerek alkalmasak a kétfázisú és háromfázisú rendszerben végbemenő vízmozgás tanulmányozására is. Ez elősegíti a berendezéssel nyert adatok adaptálhatóságát. Bemutatjuk a berendezés alkalmazásának főbb területeit is.

Irodalom

- [1] FERRARI, TH. J. & CUPERUS, J. L.: Dynamic simulation of vertical non-absorbed anion transport. *Plant and Soil*. **38**. 425—438. 1973.
- [2] FRISSEL, M. J. & POELSTRA, P.: Chromatographic transport through soils. I. Theoretical evaluations. *Plant and Soil*. **26**. 285—302. 1967.
- [3] FRISSEL, M. J. & POELSTRA, P.: Chromatographic transport through soils. II. Column experiments with Sr- and Ca-isotopes. *Plant and Soil*. **27**. 20—33. 1967.
- [4] FRISSEL, M. J., POELSTRA, P. & REINIGER, P.: Chromatographic transport through soils. III. A simulation model for evaluation of the apparent diffusion coefficient in saturated undisturbed soils with tritiated water. *Plant and Soil*. **33**. 161—176. 1970.

- [5] KOLENBRANDER, G. J.: III. Calculation of parameters for the evaluation of the leaching of salts under field conditions, illustrated by nitrate. *Plant and Soil*. **32**. 439—453. 1970.
- [6] LEVIN, I.: Movement of added nitrates through soil columns and undisturbed soil profiles. 8th Int. Congr. Soil Sci., Bucharest. *Trans.* **4**. 1011—1022. 1964.
- [7] REINIGER, P., & BOLT, G. H.: Theory of chromatography and its application to cation exchange in soils. *Neth. J. agric. Sci.* **20**. 301—313. 1972.
- [8] TERRY, D. L. & McCANTS, C. B.: Quantitative Prediction of Leaching in Field Soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **34**. 271—276. 1970.
- [9] VÁRALLYAY, GY.: Berendezés bolygatatlan szerkezetű talajoszlopok hidraulikus vezetőképességének meghatározására. *Agrokémia és Talajtan* **22**. 23—38. 1973.
- [10] VÁRALLYAY, GY.: A talaj nedvességpotenciálja és új berendezés annak meghatározására az alacsony (atmoszféra alatti) tenziótartományban. *Agrokémia és Talajtan*. **22**. 1—22. 1973.
- [11] VÁRALLYAY, GY.: Háromfázisú talajrétegekben végbemenő vízmozgás tanulmányozása. *Agrokémia és Talajtan*. **23**. 261—296. 1974.

Érkezett: 1974. október 7.

Procedure and Apparatus for Studying the Migration of Fertilizer Nitrogen

G. VARGA and K. BECZNER

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

Summary

For studying the vertical movement, distribution and leaching of N fertilizers a laboratory apparatus was constructed using PVC tubes. The plastic tubes, 4.5 cm in diameter and max. 50 cm in length, consist of either a single piece or they are assembled of several, 5 cm long cylinders. In this latter case the cylinders are fixed and sealed by 2 cm wide rubber rings and they can be easily taken apart at the end of the experiment. From the single-piece-tubes the soil can be extracted and cut up with the tools indicated by Nos. 1 and 3 in Fig. 1. The plastic cylinders are filled with prepared soil samples or it is also possible to collect undisturbed micro-monoliths with them by means of an air hammer vibrator (Atlas Cops AB, Cobra BBM 47 LA). Thus undisturbed soil profiles up to a depth of 2 m can be analyzed.

In the three-phase system (Fig. 2) the downward movement of fertilizer-N may be studied in the pF 2.0—2.7 suction range. The pF value of the previously water-saturated soil sample is adjusted by a small kaolin box with „hanging” water columns. With this method it is possible to determine, at the selected pF values, the distribution and downward movement of fertilizer-N as affected by precipitations of different quantities and intensities. The pF curve of a sandy soil (Fig. 4) indicates that the predominant part of the available water content can already be eliminated by a suction corresponding to a 500 cm high water column (pF 2.7).

The apparatus constructed for studying the leaching of nitrate nitrogen and its schematic representation are shown in Fig. 3. With this semi-automatic apparatus the experiments are carried out in a two-phase system. 6 soil columns can be examined simultaneously and, controlled by the timing clock, 17 fractions (with max. volumes of 50 ml) per column can be separated without intervention. At a \sim 20 ml/hour flow rate, the experiment with sandy soil samples takes about 25—30 hours. The required velocity can be controlled and kept at constant level by capillary tubes (Fig. 5). The capillaries are supplied with spirals of suitable slopings to precipitate the fine soil particles eventually passing through the nylon screening cloth. From the obtained data the parameters of leaching are calculated either according to the Glückauf-equation or on the basis of normal distribution.

The PVC cylinders used for this apparatus are also suitable for the exact study of water movements in two- and three-phase systems. This facilitates the adaptability of data obtained with this apparatus.

Fig. 1. PVC cylinders containing undisturbed and prepared soil samples. 1. 5 cm long PVC cylinder, supplied with a slit for the cutting up of the micro-monoliths. 2. 50 cm long PVC cylinder for collecting undisturbed soil monoliths. 3. Piston for extracting the soil. 4. PVC cylinder composed of several elements, with aluminium „half-cylinders”

Fig. 2. Kaolin box apparatus to adjust the moisture content of soil columns in the pF 2.0 to 2.7 suction range. a) Plate of porous media. b) Kaolin box.

Fig. 3. Apparatus for studying the leaching of fertilizer-N. I. Schematic representation: 1—10. PVC cylinder (5 cm in height and 4.5 cm in diameter). A) Levelling bottle. B) Constant-level vessel. C) Mohr clamp. D) Rubber stoppers. E) Sealing rubber rings. F) Nylon screening cloth. G) Capillary tube. H) Collecting vessel. II. Apparatus. III. Function diagram of the collector. 1. Timing clock. 2. Magnet moving the fraction collector. 3. Bimetallic retarding switch. 4. Position sensing switch.

Fig. 4. pF curve of a slightly humous sandy soil (Órbottyán). Horizontal axis: moisture content, vol. %.

Fig. 5. Capillaries and collecting vessels.

Verfahren und Einrichtung zur Untersuchung der Migration des Mineraldüngerstickstoffes

GY. VARGA und K. BECZNER

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

Zusammenfassung

Zwecks Untersuchung der vertikalen Bewegung, der Verteilung und Auswaschung von N-Mineraldüngern wurde aus PVC-Röhren eine Laboratoriumsanlage hergestellt. Die maximale Länge der Kunststoffröhren von 4,5 cm ist 50 cm, die aus einem einzigen Stück, oder aus 5 cm langen Teilen bestehen kann. In letzteren Falle geschieht die Befestigung und Dichtung mit Gummiringen von 2 cm Breite, die am Ende des Versuchs einfach angenommen werden können. Aus den zusammenhängenden Röhren kann die Bodenprobe nach Beendigung der Untersuchung mittels der auf Abb. 1. mit No. 1 und 3 bezeichneten Arbeitsinstrumenten herausgeschoben und zerkleinert werden. Die Kunststoffröhren können auch mit vorbereiteten Bodenproben gefüllt werden, es können aber in sie mit einem Vibrator originale Mikromonolithe eingesammelt werden. Die Untersuchungen können so auch auf ungestörte Bodenprofile von 2 m Tiefe ausgebreitet werden.

In der Aufstellung von Abb. 2. (Dreiphasen-System) kann die Bewegung des Mineraldüngerstickstoffes in Tiefenrichtung in einem Bereich von pF = 2,0—2,7 untersucht werden. Der pF-Wert des zuvor mit Wasser gesättigten Bodens wird mit einem hängenden Wassersäule mit Hilfe einer Kaolinplatte auf den gewünschten Wert eingestellt. Mit dieser Methode kann die sich auf Einwirkung eines Niederschlages von unterschiedlicher Menge und Intensität bei einer gewünschten Saugkraft einstellende Stoffverteilung bzw. Bewegung in Tiefenrichtung bestimmt werden. Aus der auf Abb. 4. gezeigten pF-Kurve eines Sandbodens ist ersichtlich, dass der grösste Teil des nutzbaren Wassergehaltes durch eine Saugkraft, die einer 500 cm-Wassersäule (pF = 2,7) entspricht, entfernt werden kann.

Das Prinzip und die praktische Ausführung der zur Untersuchung des Auswaschens von Nitrat-N konstruierten Einrichtung zeigt Abb. 3. Mit dieser Einrichtung können die Untersuchungen zur Auswaschung in einem Zweiphasen-System halbautomatisch durchgeführt werden. Auf den Apparat können gleichzeitig 6 Bodensäulen (originale oder vorbereitete) aufgesetzt werden, und zufolge der eingestellten Steuerung durch eine Uhrenschaltung 17 Fraktionen (max. je 50 ml) automatisch aufgefasst werden. Die Untersuchung dauert bei Sandböden bei 20 ml/Stunde Durchlaufgeschwindigkeit ungefähr 25—30 Stunden. Die gewünschte Geschwindigkeit ist durch Kapillare regelbar (Abb. 5.) und auf einem konstanten Wert zu halten. Die Kapillare sind mit einer Spirale von entsprechender Neigung zwecks Sedimentierung der durch das Nylosieb allenfalls gelangenden feinen Bodenteilchen versehen. Aus den Versuchsdaten sind die Auswaschungsparameter nach der Glückaufschen Gleichung, oder aufgrund der normalen Verteilung zu berechnen.

Ausser der Untersuchung der Bewegung und Auswaschung des Stickstoffes sind die zur Anlage verwendeten PVC-Zylinder auch zum exakten Studium der in Zwei- und Dreiphasen-Systemen erfolgenden Wasserbewegung geeignet. Dies begünstigt die Adaptierung der mit der Einrichtung gewonnenen Daten.

Abb. 1. Originale und vorbereitete Bodenproben enthaltende PVC-Zylinder. 1. Mit einem Spalt versehene, 5 cm lange PVC-Zylinder zur Zerkleinerung der Mikromonolite. 2. 50 cm langer PVC-Zylinder zum Einsammeln von originalen Bodenmonoliten. 3. Kolben zum Entleeren des Zylinders. 4. Aus Teilen zusammengesetzter PVC-Zylinder mit Halbzylindern aus Aluminium.

Abb. 2. Einrichtung mit Kaolinplatte zur Einstellung des Feuchtigkeitsgehaltes der Bodensäulen im Bereich $pF = 2,0-2,7$. a) Schaumstoffplatte. b) Kaolinplatte.

Abb. 3. Einrichtung zur Untersuchung der Auswaschung von Mineraldünger-N. I. Skizze: 1.—10. 5 cm lange PVC-Zylinder mit 4,5 cm. A) Niveau-Gefäß. B) Gefäß mit konstantem Wasserniveau. C) Mohrsche Klemme. D) Gummistopfen. E) Gummiringe. F) Filterplatte, Nylonnetz. G) Kapillare. H) Abfassgefäße für die einzelnen Fraktionen. II. Praktische Ausführung. III. Schaltplan des Fraktionssammlers. 1. Schaltuhr. 2. Der den Fraktionssammler bewegende Magnet. 3. Bimetall Verzögerungsschalter. 4. Position wahrnehmer Schalter.

Abb. 4. pF -Kurve des schwach humosen Sandbodens aus Örbottyán. Abscisse: Feuchtigkeitsgehalt in Vol%.

Abb. 5. Kapillare und Fraktionssammelgefäße.

Методы и аппаратура для изучения миграции азота минеральных удобрений

Д. ВАРГА и К. БЕЦНЕР

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии В. А. Н., Будапешт

Резюме

Для изучения вымывания и вертикального распределения азотных минеральных удобрений сконструировали лабораторный прибор из пластмассовых трубок. Диаметр трубок 4,5 см, максимальная длина — 50 см. Трубка может быть целой или состоять из отдельных колец высотой в 5 см, скрепленных между собой резиновыми кольцами шириной в 2 см. В конце опыта эти трубки легко разбираются. Из сплошных трубок по окончании опыта почва выталкивается и разрезается приспособлением обозначенным цифрой 3 на рисунке 1. Трубки наполняют заранее подготовленной почвой или в них берут образцы (монолиты) с ненарушенной структурой при помощи вибрационного бура. Таким образом исследование в почвенном профиле можно проводить до глубины двух метров.

С помощью аппаратуры, показанной на рисунке 3, можно изучать передвижение азота минеральных удобрений вниз по профилю в трехфазной системе в области $pF 2,0-2,7$. В предварительно насыщенных водой почвенных образцах, с помощью всячего столба воды с каолиновой пластиной можно установить заданную величину pF . Этим методом можно определить изменение значений pF и направление движения воды под влиянием различного количества и различной интенсивности атмосферных осадков. Из кривых pF песчаных почв (Рис. 4.) хорошо видно, что большая часть запаса полезной воды может быть удалена сосущей силой, соответствующей 500 см водного столба ($pF = 2,7$).

Схема прибора для определения вымывания нитратного азота и его практическое использование показаны на рисунке 3. Этим прибором в двухфазной системе, полуавтоматически изучали передвижение минеральных удобрений. К прибору можно подсоединить сразу шесть колонок (с ненарушенными или насыпными образцами почв) и из каждой колонки можно получить 17 фракций (максимальный объем — 50 мл). В песчаной почве при скорости потока в 20 мл/час опыт проходил 25—30 часов. Заданная скорость водного потока регулируется специальным капилляром (Рис. 5) и является постоянной. Капилляр снабжен спиралью для осаждения тонких почвенных частиц, иногда проходящих через нейлоновую сетку. Параметры вымывания рассчитывают или по опытным данным согласно уравнению Глюкауф, или на основании нормального распределения.

Пластмассовые трубки прибора могут быть использованы не только для изучения передвижения и вымывания азота, но и для определения движения воды в двух- и трехфазовых системах. Это способствует адаптации полученных данных.

Рис. 1. Пластмассовые трубки с насыпными и естественного сложения почвенными образцами. 1. Пластмассовая трубка длиной в 5 см с прорезями, для разрезания микромонолитов. 2. Пластмассовая трубка длиной в 50 см для взятия почвенных образцов с

ненарушенным сложением. 3. Поршень для выталкивания из трубки почвенного образца. 4. Составленная из отдельных элементов пластмассовая трубка с алюминиевыми полуцилиндрами.

Рис. 2. Прибор с каолиновыми пластинами для установки влажности почвенного образца в областях рF 2,0—2,7. а) пластинка из губки. б) каолиновая пластина.

Рис. 3. Прибор для изучения миграции азота минеральных удобрений. I. Схема прибора: 1.—10. пластмассовые трубки высотой в 5 см, диаметром 4,5 см. А) Сосуд для поддержания постоянного уровня воды. В) Сосуд с постоянным уровнем воды. С) Зажим Мора. D) Резиновые пробки. Е) Фильтр, нейлоновая сетка. F) Капилляр. Н) Сосуд для сбора фракций. II. Прибор в натуре. III. Схема подключения приспособления для фракционного взятия образцов. 1. Механизм включения. 2. Магнит, приводящий в движение фракциометр. 3. Биметалл замедлитель-включатель. 4. Включатель чувствительный на положение.

Рис. 4. Кривые рF для слабо гумусированного песка из Орботтянь. По оси абсцисс: влажность в объемных процентах.

Рис. 5. Капилляры и сосуды для фракционного взятия образцов.