

Foszforvegyületek dinamikájának vizsgálata a barna erdőtalaj területek néhány jellegzetes szelvényében

FÁBRY GYÖRGYNÉ

OMMI Talajtani Osztály, Budapest

Az agrokémiai kutatásban központi helyet foglal el a műtrágyázás kérdéseinek vizsgálata. Gyakorlatára általános érvényű szabályt adni nagyon nehéz, mert maguknak a tápanyagoknak (NPK) is eltérőek a tulajdonságai, azonkívül egyugyanazon növénynek is egy-egy tenyészidőszakon belül változó a tápanyagigénye.

A kutatásnak és a gyakorlatnak egyaránt másfélszázados kérdése, hogy mennyi foszforsavat, milyen formában, mikor, hogyan adagoljunk, hogy a növény szükségletét fedezni tudjuk. A Liebig-féle [13] relatív minimum törvény, amelyen a megindulás történt, helytelen út volt. A Mitscherlich-féle termelési tényezők hatásának törvénye sem hozta a várt eredményt, mert igaz ugyan, hogy a terméseredmény az összes termelési tényezők eredője, de ma sem ismerjük pontosan az egyes tényezőket és hatásuk módját.

A termelési tényezők egy része talajvizsgálattal meghatározható, másrésze nem. Még legjobban megismerhetők a különböző talajsajátságok, amelyeknek mindenike lényegében egy-egy termelési tényező.

Műtrágyázási kísérleteknél, legyen az szabadföldi, vagy laboratóriumi kísérlet, a talajsajátságok minél tökéletesebb megismerése a reális kiindulási alap. Ezt az irányt képviseli a dinamikus talajdiagnózis (RID [17]) s egyedül ezen az alapon ítélnéljük meg egy talaj valódi értékét és legjobb felhasználhatóságát.

A dinamikus talajdiagnózis a talajsajátságokat változásukban és a változások irányában szemléli. Természetesen a talajt egész szelvényében vizsgálja tekintettel arra, hogy minden stádium, amelyen a talaj keresztülment és minden folyamat, amely végbement benne, a talaj profiljának vizsgálatából megtudható és csakis a teljes szelvényből tudható meg. Azonkívül a növények táplálkozása szempontjából nagyon lényeges a feltalaj alatti szintek tápanyagdinamikája és egyéb tulajdonságai. Már régóta felismerték, hogy az altalajban levő foszfornak s egyéb tápanyagoknak szerepük van a növények táplálásában és a talajba adott műtrágya hatásosságában. Az altalajban igen nagy tápanyagtartalékok lehetnek. Ezeknek a hasznosítása rendkívül lényeges feladat (mélyművelés, mélyen gyökerező növények alkalmazása a vetésforgóban). Ilyen módon azok a vizsgálatok, amelyek csupán a talaj felső rétegéből vett mintákat veszik figyelembe, nem adhatnak megfelelő tájékoztatást a foszforszükségletre.

Szükség van az ilyen dinamikus talajdiagnózisra, a legtökéletesebb műtrágyázási kísérleteknél a szabadföldi kísérleteknél, mert csak így ismerjük meg tökéletesen a kísérleti talajt, de szükséges a szabadföldi kísérletek eredményeinek azonos, illetve hasonló típusokra történő átültetésénél is. Ahol pedig szabadföldi kísérletek hiányában kell műtrágyázást végeznünk, ott egyenesen hézag-

pótló szerepe van. Ilyen esetekben ugyanis, ha ismerjük is a növénynek egy meghatározott termésszint eléréséhez szükséges tápanyagmennyiséget és a talaj oldható tápanyagtartalmát, akkor is nyitva áll a kérdés, mennyit kell bevinnünk, hogy a növények számára szükséges mennyiség rendelkezésre álljon, vagyis ismernünk kell a lekötődés nagyságát, a szorbensek fajtáit, egyensúlyi állapotukat és az adott talajban levő formájukat. A kérdés megközelítéséhez oldódási és megkötődési vizsgálatok szükségesek, értékelésükhöz azonban az adott talaj minél több sajátosságát jellemző adat szükséges.

A dolgozat célkitűzése annak megállapítása volt, hogy mennyivel tudunk többet mondani a foszforműtrágyázás gyakorlatára a talajok különböző sajátosságainak és tápanyagdinamikájának vizsgálata alapján, mint egy-két izolált, statikus talajvizsgálattal.

A vizsgálati adatokat viszont még a legkitűnőbb összefüggések esetén sem szabad túlértékelni, tudomásul kell venni, hogy a termelési tényezőknek csak egy részét képezik. Egyenletek kidolgozása belőlük a trágyahatásra, amely az összes termelési tényező függvénye, alaptalan, nélküli a realitást.

Vizsgálati anyag és módszerek

Vizsgálataimhoz tíz szelvényt választottam ki. Ezek Bikal község (Baranya megye) határának jellemző talajai a hegytetőtől a keskeny völgyekig. A szelvények morfológiai jellemzőit az 1. táblázatban foglaltam össze.

A dolgozat a foszforszükséglet laboratóriumi megítélésével foglalkozik, ezért elvégeztem mindazokat a vizsgálatokat, amelyek azt közvetve, vagy közvetlenül érintik.

a) Alapvizsgálatok, melyek kiegészítették a talajok szabadföldi jellemzését.

b) A kieserélhető kationok és a T-érték meghatározása MEHLICH szerint [11] történt. A kapott eredményeket az 1. ábra mutatja.

c) A mechanikai elemzést elvileg Dworák—Várallyay szerint azzal a módosítással végeztem, hogy a 2. ábrában szereplő frakciókat határoztam meg.

d) A kovasavat, vasat és alumíniumot 1. n sósavas oldatból határoztam meg. A kapott mennyiségeket a 3. ábra tartalmazza.

e) A szerves foszfort BOWER [3] módszerének elve alapján, kisebb módosításokat eszközölve vizsgáltam. A módszer lényegében kivonásos módszer, a lúgos kezelést MEHTA szerint [12] háromszor alkalmazom: szobahőmérsékleten, 90° C-on és 120° C-on.

A szerves foszfor két főfrakcióját azon az alapon választottam el, hogy a fitin és származékai kalciummal oldhatatlan sókat képeznek, a nuklein-savak, ill. a nukleotidák viszont nem.

f) A szerves foszfor két főfrakcióját azon az alapon választottam el, hogy a fitin és származékai kalciummal oldhatatlan sókat képeznek, a nuklein-savak, ill. a nukleotidák viszont nem.

g) Az összes foszforsav meghatározása a kiizzított talajból, királyvizes feltárással történt.

A szerves foszfor két főfrakcióját azon az alapon választottam el, hogy a fitin és származékai kalciummal oldhatatlan sókat képeznek, a nuklein-savak, ill. a nukleotidák viszont nem.

h) Az oldódási kísérletekben a könnyen oldható foszforsavat EGNÉR [6] módszere szerint KÜHN [8] rendszerével folyamatosan, háromszori kioldással határoztam meg.

i) A megkötődési kísérleteket szintén folyamatosan, háromszori kioldással végeztem, oly módon, hogy az első kioldás előtt különböző (10, 20, 50 mg) foszforsav adagokat adtam 100 g talajra számítva. A további kioldásoknál foszfátoldatot nem használtam.

Az oldódási és a megkötődési kísérletek adatait a 6. ábra tünteti fel.

Az eredmények értékelése

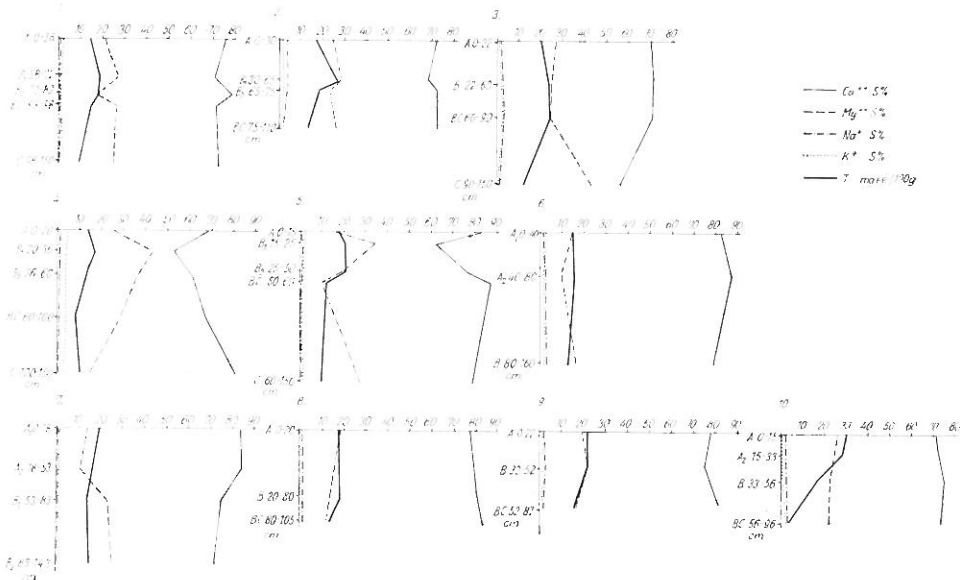
A tíz szelvény talajtípus, altípus, változat és laboratóriumi vizsgálatok adatai szerint négy csoportba osztható:

1. Ramann-féle barna erdőtalaj löszön és ennek erodált változatai (1—5 szelvények).
2. Deluviális hordalék (6—7 szelvények).
3. Csernozjom barna erdőtalaj löszön (8—9 szelvények).
4. Deluviális hordalékból kialakult réti talaj karbonátos iszapos agyagon (10. szelvény).

Az adszorbeált kationok és a T-érték profilja (1. ábra) valamint a mechanikai összetétel (2. ábra) a talajok közös, erdőtalaj eredetére utal.

A vasat, az alumíniumot és a kovasavat elsősorban, mint az adszorpciós komplexus ásványi eredetű alkotórészeit vizsgáltam (3. ábra), de lényeges a szilikátkomplexus összetétele azért is, mert a leggyakoribb foszfortrágya, a szuperfoszfát lekötésében a vas- és alumíniumfoszfátok képződése nem elhanyagolható főleg olyan talajokban, melyek nem tartalmaznak elegendő kalciumot (LYON és BUCKMAN [9]).

Mint ismeretes, ilyen esetekben képződhetnek igen nehezen megbontható vasfoszfátok (LOHSE és RUHNKE [10]).



1. ábra
A talajok adszorbeált kationjainak megoszlása és T-értéke

1. táblázat

A talajok helyszíni vizsgálati adatai és kémhatása

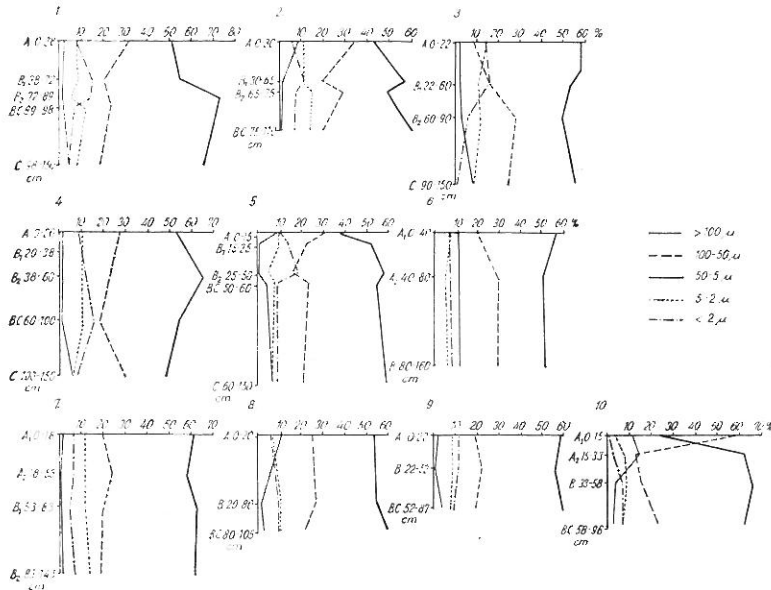
(1) A szelvény száma, típusa	(2) Gene- tikai szint	(3) Mélység	(4) Szín	(5) Fizikai talajtípus	(6) Szerkezet	CaCO ₃	(7) Kémhatás	(8) Konkréció
1. Ramann-féle barna erdőtalaj lösszön	A B ₁ B ₂ BC C	0—38 38—72 72—89 89—98 95—150	világos barna barnás vörös sötétbarnás vörös világos sárga sárga	agyagos vályog agyag vályogos agyag lösszös vályog lössz	poros diós gyengén diós porózus porózus	nem pezség nem pezség nem pezség pezség pezség	semleges semleges semleges lúgos lúgos	Ca konkréció
2. Gyengén erodált, Ramann-féle barna erdőtalaj lösszön	A B ₁ B ₂ BC	0—30 30—65 65—75 75—110	sötét barna világos barna sárgás vörös vöröses sárga	vályogos agyag vályogos agyag agyagos vályog lösszös vályog	tömött diós prizmás diós porózus	nem pezség nem pezség nem pezség nem pezség	semleges savanyú semleges semleges	
3. Gyengén erodált Ramann-féle barna erdőtalaj lösszön	A B ₁ BC C	0—22 22—68 60—90 90—150	világos barna barnás vörös sötét barnásvörös sárga	agyag agyag agyag lössz	diós diós diós porózus	nem pezség nem pezség nem pezség pezség	savanyú savanyú semleges lúgos	Mg petty Ca konkréció
4. Gyengén erodált Ramann-féle barna erdőtalaj lösszön	A B ₁ B ₂ BC C	0—20 20—36 36—60 60—100 100—150	szürke szürkés sárga sárgás szürke barnás vörös sárga	vályogos agyag vályogos agyag vályogos agyag agyagos vályog lössz	tömött tömött tömött rögös porózus	nem pezség nem pezség nem pezség nem pezség pezség	semleges savanyú savanyú semleges lúgos	Fe konkréció Fe konkréció Fe konkréció Fe konkréció Ca, Fe konkréció
5. Enyhén erodált Ramann-féle barna erdőtalaj lösszön	A B ₁ B ₂ BC C	0—15 15—25 25—50 50—60 60—150	világos barna világos barna barnás vörös barnás sárga sárga	vályog agyagos vályog agyagos vályog vályogos lösz lössz	tömöttten mor- zsás tömött tömött morzsás porózus	nem pezség nem pezség nem pezség pezség pezség	semleges semleges semleges lúgos lúgos	Fe konkréció Fe konkréció Fe konkréció Ca konkréció Ca konkréció

6. Deluviális hordalék, lejtő alsó részén 40 cm-es ráhordással	A ₁ A ₂ B	0—40 40—80 80—160	barnás szürke sötét szürke barnás vörös	vályog vályog vályog	poros morzsás apró morzsás porózus	pezseg pezseg pezseg	lúgos lúgos lúgos	
7. Deluviális hordalék, lejtő alsó részén 18 cm-es ráhordással	A ₁ A ₂ B ₁ B ₂	0—18 18—53 53—83 83—143	világos sárga világos barnás sárga világos sárgás sárga világos barna	agyagos vályog agyagos vályog agyagos vályog agyagos vályog	rögös poros rögös poros gyengén diós gyengén diós	pezseg nem pezseg nem pezseg nem pezseg	gyengén lúg. semleges gyengén lúg. gyengén lúg.	Fe, Mn konkreció Fe, Mn konkreció Fe, Mn konkreció
8. Gyengén erodált esernőzom barna erdőtölaj löszön	A B BC	0—20 20—80 80—105	barna világos barna világos barna	agyagos vályog agyagos vályog vályog	prizmás morzsás apró morzsás	nem pezseg nem pezseg pezseg	lúgos lúgos lúgos	
9. Gyengén erodált, esernőzom barna erdőtölaj löszön	A B BC	0—22 22—52 52—87	világos barna barnás vörös sötétbarna	vályogos agyag agyag agyagos	tömött diós prizmás diós prizmás	nem pezseg pezseg pezseg	gyengén lúg. gyengén lúg. lúgos	
10. Deluviális hordalékból kialakult réti talaj, karbonátos iszapos agyagon 15 cm-es ráhordással	A ₁ A ₂ B BC	0—15 15—33 33—58 58—96	szürkésbarna szürkésbarna barnászürke szürke	agyag agyag agyagos iszap iszapos agyag	szertekezett nélk. prizmás apró prizmás szertekezett nélkül	pezseg pezseg pezseg pezseg	lúgos lúgos lúgos lúgos	Fe folt glejjes

Elegendő kalciumot tartalmazó talajokban a foszforsav nagyrészt kalciumfoszfát típusú, melyeknek az oldhatósága igen különböző.

A 4. és 5. ábrán is jól megfigyelhető a szelvények négy csoportra tagolódása. A grafikonokon legszembeütőbb, hogy a szerves foszfor a mélységgel nő, a szerves pedig a mélységgel csökken, amint azt BARROW [2] összefoglalójában megállapította.

A tíz szelvény közül csak három szelvényben több a szerves foszforsav, mint a szerves: a két csernozjom barna erdőtalajban és a 6. deluviális hordalék-szelvényben.



2. ábra

A talajok mechanikai összetétele

Az összes foszforsav $0/0$ -ában kimutatott oldható foszforsav a négy csoport talajaiban eltérő. Legtöbb az oldható foszforsav a deluviális hordalékokban és a csernozjom barna erdőtalajokban.

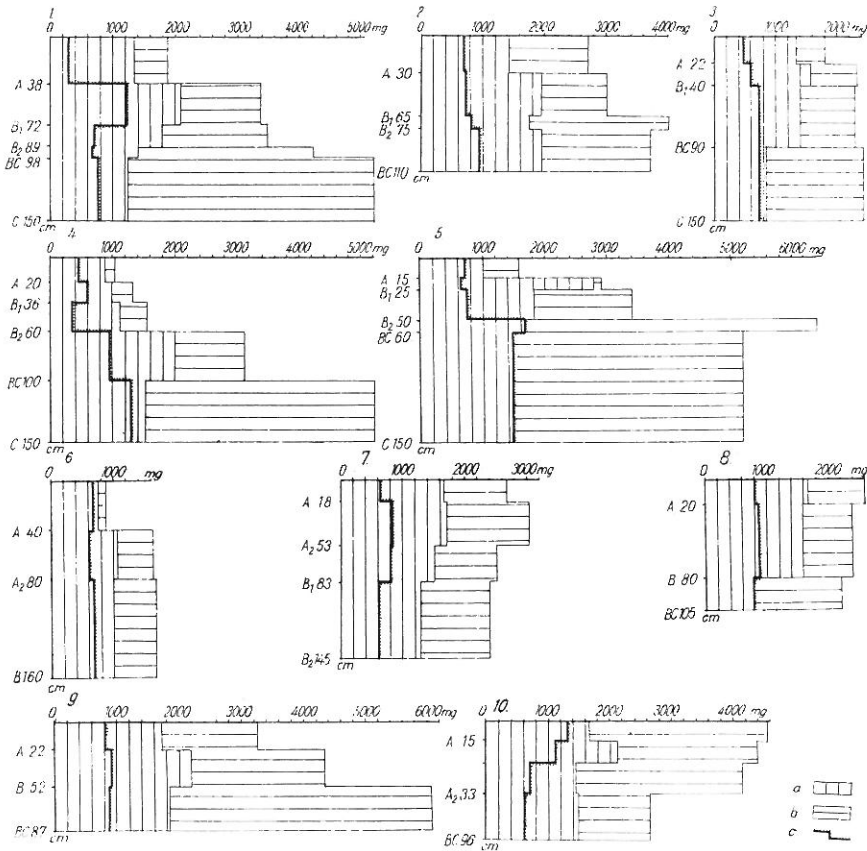
A 6. ábra a laktátoldható foszforsav oldódási és megkötési viszonyairól tájékoztat. A legjobbak az oldódási viszonyok azokban a talajokban, amelyek az első kioldásra a legtöbb foszforsavat adják. Azokban a talajokban, amelyek a második és a harmadik kioldásra ugyanannyit vagy többet adnak, mint az elsőre, az oldódás lassú és ezt a tény a trágyázás időpontjánál, a növényi sorrend összeállításánál ajánlatos figyelembe venni. Kedvezőtlenek az oldódási viszonyok azokban a talajokban, amelyekben a három kioldás együtt sem szolgáltat megfelelő mennyiségű foszforsavat.

Az oldható foszforsav folyamatos oldási mechanizmusa hasznos támpontot nyújt az illető talaj foszforsav oldódási viszonyaira. A vizsgált tíz szelvény közül kétségtelenül a két deluviális hordaléktalaj (végig) és a két csernozjom barna erdőtalaj A, B szintjében oldódik legjobban a foszforsav.

Még értékesebb ismereteket szerezhetünk azonban, ha a trágyázott talajt folyamatos kioldásnak vetjük alá. (Megkötődési kísérlet.) Ezeknél a vizsgálatoknál azt néztem meg, hogy mennyi oldódik a különböző foszforsavadagokkal trágyázott talajokból az első kioldásra és a második, a harmadik kioldásnál, a trágyázott talajokból a trágyázatlanokhoz képest történt-e további oldatbajutás.

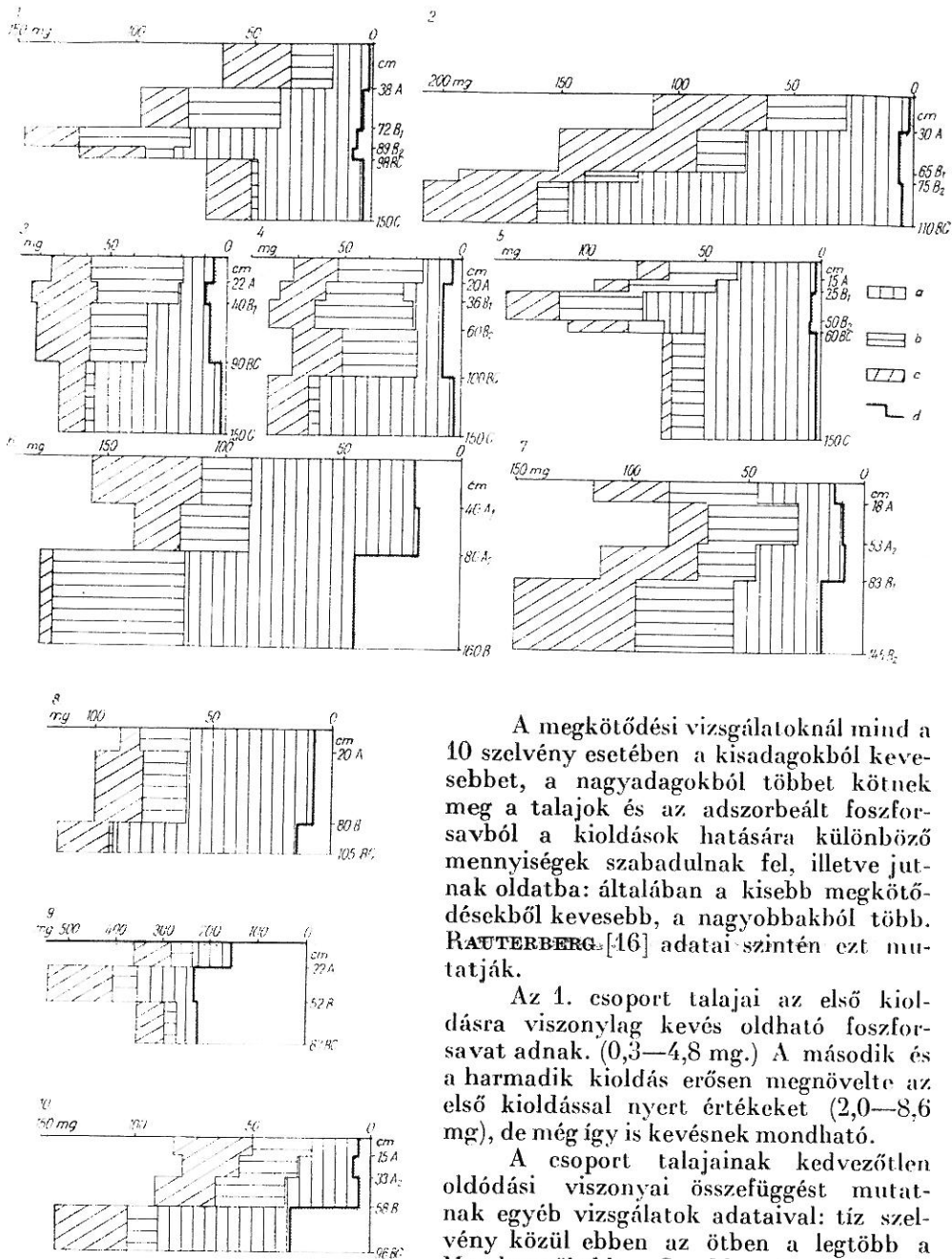
A második és a harmadik kioldásra oldatba jutó foszformennyiségek a különböző mértékben adszorbeált foszforsavból származnak. Az adszorbeált foszforsavnak az a része szabadul fel, amelyek könnyebben kicserélhetők más anionokkal. DEAN [5] szerint is a lekötött foszforsav egy része a növények számára hozzáférhető, másik frakció erősebb kötésben van, átalakul kicserélhetővé, vagy nehezen megbontható vegyületekké (erős kötés). Az utóbbi frakció túlsúlyban van, mert LOHSE és RUHNKE [10] is úgy találták, hogy a talajba jutott foszforsav hosszabb állás, illetőleg ismételt nedvesítés és szárítás folyamán veszít az oldhatóságából.

Mind a tíz szelvény talaja általában az első kioldásra adta vissza a hozzáadottból a legtöbb foszforsavat, kivételt csak az 1. csoport talajai képeztek a 10, 20 mg-os adagok esetén (6. ábra).



3. ábra

A talajok n.HCl-ben oldható vas (a), alumínium (b) és kovasav (c) tartalma



4. ábra

A talajok összes szervetlen (a), szerves [fitin (b), nuklein (c)], és oldható (d) foszfortartalma

A megkötődési vizsgálatoknál mind a 10 szelvény esetében a kisadagokból kevesebbet, a nagyadagokból többet kötnek meg a talajok és az adszorbeált foszfor-savból a kioldások hatására különböző mennyiségek szabadulnak fel, illetve jutnak oldatba: általában a kisebb megkötődésekből kevesebb, a nagyobbakból több. RAUTERBERG [16] adatai szintén ezt mutatják.

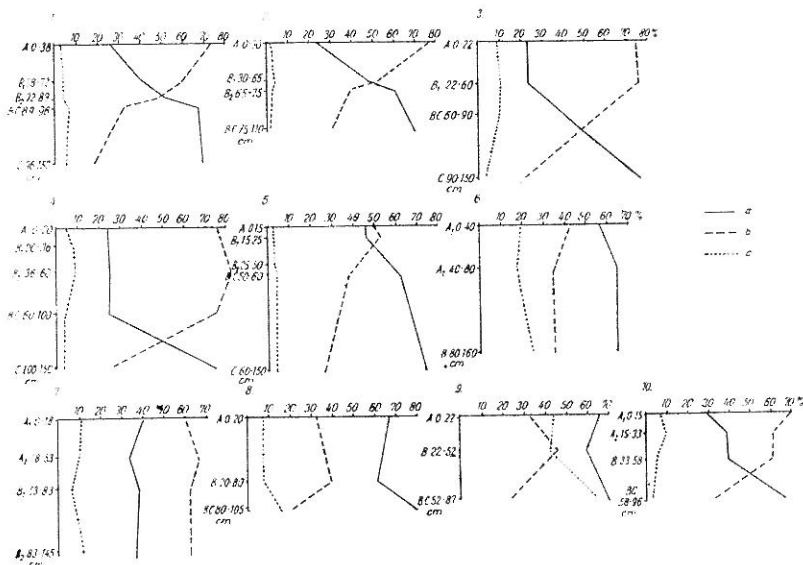
Az 1. csoport talajai az első kioldásra viszonylag kevés oldható foszfor-savat adnak. (0,3—4,8 mg.) A második és a harmadik kioldás erősen megnövelte az első kioldással nyert értékeket (2,0—8,6 mg), de még így is kevésnek mondható.

A csoport talajainak kedvezőtlen oldódási viszonyai összefüggést mutatnak egyéb vizsgálatok adataival: tíz szelvény közül ebben az ötben a legtöbb a Mg, legszűkebb a Ca : Mg arány (1. ábra), legtöbb a finom iszap, agyag (2. ábra), vastartalmuk a mélységgel csökken, alumíniumtartalmuk pedig a felszíntől lefelé

nő (3. ábra), a 4. csoport réti talaja kivételével e szelvényekben változik legtágabb határok között a szerves és a szerves foszfor (4. és 5. ábra).

A 2. csoport taljai már az első kioldással is több foszforsavat adtak, mint az 1. csoport tagjai. Egyébként mindkét szelvény valamennyi szintjében a második és a harmadik kioldás foszforsava együtt kevesebb az elsőnél.

A négy csoport közül ebben a legjobb az oldódás. A kedvező oldódási körülmények kialakításában feltétlenül közrejátszik, hogy ebben a két szelvényben kevesebb a finom iszap, agyag (9. ábra), kevesebb a Mg, tágabb a Ca : Mg arány (2. ábra), kevesebb az R_2O_3 tartalmuk (3. ábra), több bennük az összes



5. ábra

A talajok szervesen (a), szerves (b) és oldható (c) foszfortartalma az összes foszfor 0/0-ában

foszforsav és annak nagyobb része szervesen, szűkebb a szervesen: szerves foszfor arány, mint az 1. csoport talajaiban.

Különösen jók az oldódási viszonyok a 6. szelvényben, a 7. szelvényben már gyengébb az oldódás. A két szelvény között az oldódásban mutatkozó különbség a többi vizsgálati adatban is megfigyelhető az ábrákon.

A 3. csoport két szelvényében a laktátoldható foszforsav mennyisége különböző nagyságú. A 8. szelvényben a legnagyobb érték 4,7 mg, a legkisebb 3,2 mg. A 9. szelvény rendkívül nagy mennyiségű oldható foszforsavat tartalmaz, mert a szelvény területén 5—6 éven keresztül 8—10 q szuperfoszfátot adagoltak. A szelvény B szintje az első kioldásra 135,0 mg laktátoldható foszforsavat adott, amely a második és a harmadik kioldás hatására további 99,8 mg-mal növekedett. A folyamatos kioldásnál azonban a két szelvény azonosan viselkedett. Az A és B szintekben a második és a harmadik kioldással kevesebb vagy legfeljebb annyi foszforsavat nyertem, mint az elsővel. A BC szintből pedig a második és a harmadik kioldás együttes eredménye az elsőnek négyszerese volt.

E talajokban kevés a Mg, tág a Ca : Mg arány (1. ábra), kevés a finom iszap, agyag (2. ábra). A két feltalajban közel azonos mennyiségű a vas, de a B, BC szintekben eltérő profilt mutat (3. ábra). Az összes foszforsav nagy része szerves, a BC szintben legtágabb a szerves : szerves foszfor aránya. Az összes foszforsav százaléklában kifejezett szerves, szerves, valamint oldható foszforsav azonos irányú a két szelvényben (4. és 5. ábra).

A 4. csoportot képviselő 10. réti talaj A_1 , A_2 szintjeiben kevés az első kioldással nyert foszforsav mennyisége, a második és harmadik kioldás is csak 5,8 mg-ra növelte az eredményt. A B, BC szintekben azonban már az első kioldásnál is 10 mg-nál több foszforsavat kaptam, a második és a harmadik kioldás hatására főképp a BC szintben erősen megnőtt a foszforsav mennyisége (33,9 mg).

Ebben a szelvényben a Mg mennyisége, a Ca : Mg arány az 1. csoportéhoz hasonló, a T-érték azonban valamennyi szelvény között ebben a legnagyobb (1. ábra). Finom iszap, agyag kevés van benne (2. ábra). A tíz szelvény közül ez az egyetlen, amelyben az alumínium mennyisége a mélységgel csökken és a kovássav követi az alumínium szelvénybeli megoszlását (3. ábra). Az összes és az oldható foszforsav a BC szintben a legtöbb. BC szintig közel egyenletes megoszlású a szerves, fitin és nuklein foszfor (4. ábra). A szerves és a szerves foszfor az összes foszfor %-ában olyan profilt mutat, mint az 1. csoport talajaiiban, de a BC szintig két törésponttal (5. ábra).

A megkötődési kísérletekben az 1. csoport talajainak közös jellemvonása, hogy viszonylag sok foszforsavat adszorbeálnak, de sok a lazán kötött rész, így a lekötött foszforsavból további oldásnál elég sok felszabadul. A szelvények A szintjében a megkötődési viszonyok eltérnek az alattuk levő szintekétől. Az 1., 4., 5. szelvényekben az A szinteknek, a 2., 3. szelvényekben viszont az A alatti szintek megkötődési viszonyai a kedvezőbbek.

A közös jellemvonásokon belül a csoport talajainak megkötőképessége szelvényenként és adagonként is mutat eltérést (6. ábra). A 2., 3. és a 4. szelvények talajaiban pl. nagyobb a megkötődés, mint az 1., 5. szelvények talajaiban. Az eltérés, ami a csoport egyes szelvényeinek adszorpcióképessége között mutatkozik a 3., 4. és 5. ábrán is megfigyelhető az alumínium mennyiségében, a vas : alumínium, a szerves : szerves és a fitin : nuklein foszfor arányában.

A foszforszegény talajoknál BARBIER [1] szerint elkerülhetetlen a lekötődés, hogy műtrágyázás után a növények foszforigényét kielégítse és még az utána következő növényeknek is minimálisan megadja a foszforszükségletét.

A 2. csoport talajaiban sok a könnyen oldható foszforsav, s az ilyen talajoknak általában kisebb az adszorpcióképessége RAUTERBERG [15] szerint is. E csoport taljai már kevesebbet kötöttek le a hozzáadott foszforsavból, mint az 1. csoport taljai, az adszorbeált foszforsavból is kevesebb jutott oldatba. Az A_1 és az alatta levő szintek adszorpcióképessége és annak erőssége ezeknél a szelvényeknél is eltérő. A 6. szelvény több oldható foszforsavat tartalmaz, kisebb a megkötődése mint a 7. szelvénynek.

Mindkét szelvényben a vas több, mint az alumínium és egyenletesebb az eloszlása, mint az 1. csoport talajaiban (3. ábra). A szerves és a szerves foszfor aránya szelvényen belül megközelítően egyenletes (5. ábra). A fitin és a nuklein foszfor a két szelvényben teljesen tükörképi, de a két frakció közül a fitin a 6. szelvény A_1 szintjében, a 7. szelvényben pedig a legalsó szintben fordult elő nagyobb mennyiségben, a nuklein pedig fordítva.

A két szelvény megkötődésében mutatkozó különbség az ábrákon is megfigyelhető, pl. a 7. szelvényben a vas és az alumínium több, mint a 6. szel-

vényben, a 6. szelvényben a szervetlen foszforsav a több, a 7. szelvényben pedig a szerves foszforsav.

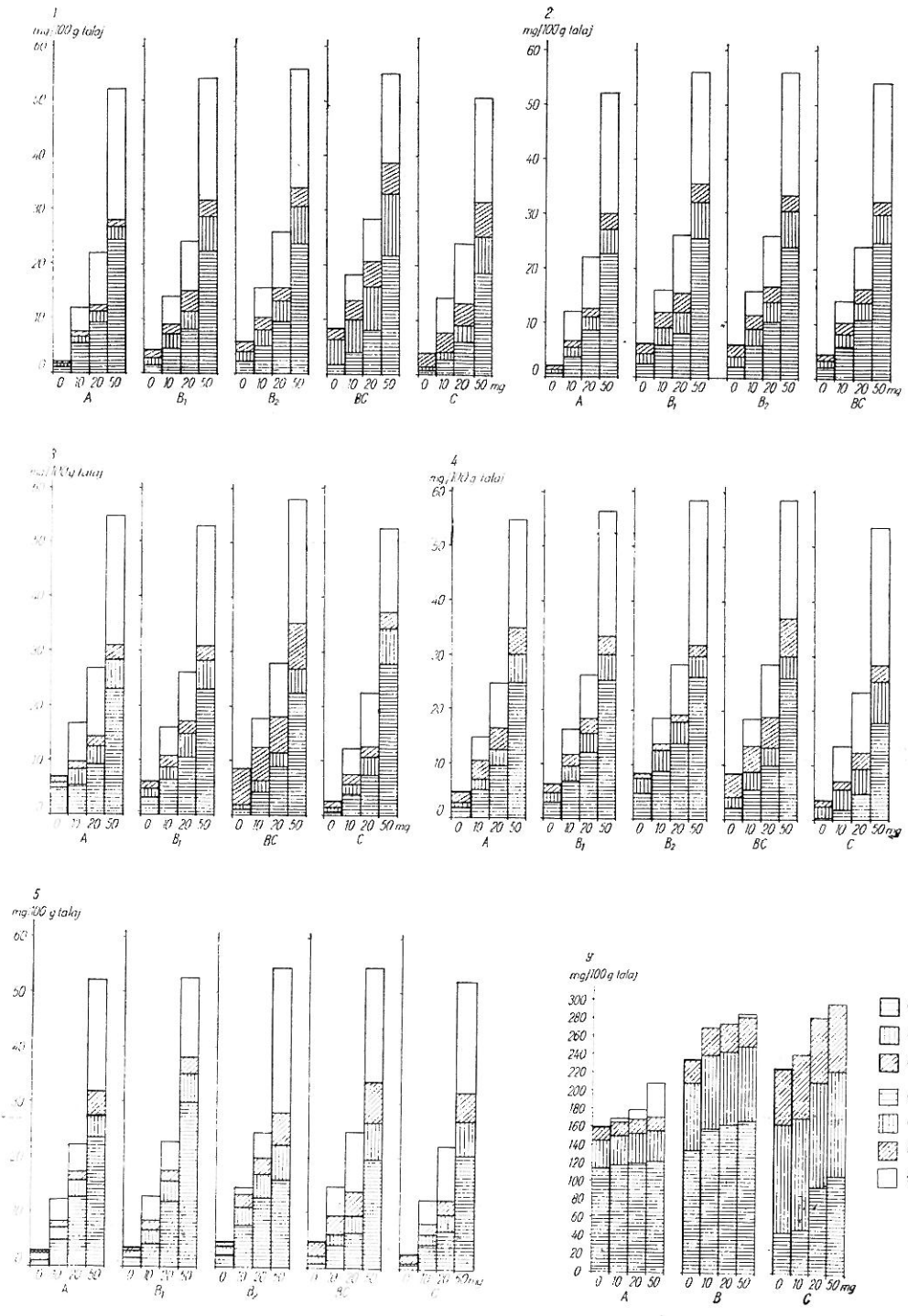
A 3. csoport talajainak adszorpciós viszonyai a 9. szelvény területén folytatott nagyadagú foszfortrágyázás miatt eltérő. Mindkét szelvényben az A szintek megkötődési viszonyai különböznek az alatta levő szintekétől. A 8. szelvény A szintjében a kioldások után is lekötve maradt foszformennyiségek viszonylag eléggé egyeznek az alatta levő szintekével, annak ellenére, hogy az adszorbeált foszforsav jóval több a B és a BC szintekben, de az alsóbb rétegekben több szabadult fel az adszorbeált foszforsavból. A 9. szelvény A szintje a nagymennyiségű oldható foszforsav ellenére is elég sok foszforsavat adszorbeált, a nagyobb adagokkal szemben növekvő eréllyel. A BC szintekben pedig foszfatolízis (deszorpció) következett be a vizsgálatok során, vagyis nem az oldható foszforsav és a bevitt foszforsav mennyisége ment oldatba, hanem ennél több. A talaj foszforsava túltelített és a lazábban kötött foszforsavból további mennyiségek oldódtak ki. Ez alól csak a B szint 50 mg-os foszforadagjánál volt kivétel, mely még 3,55 mg-ot adszorbeált (6. ábra).

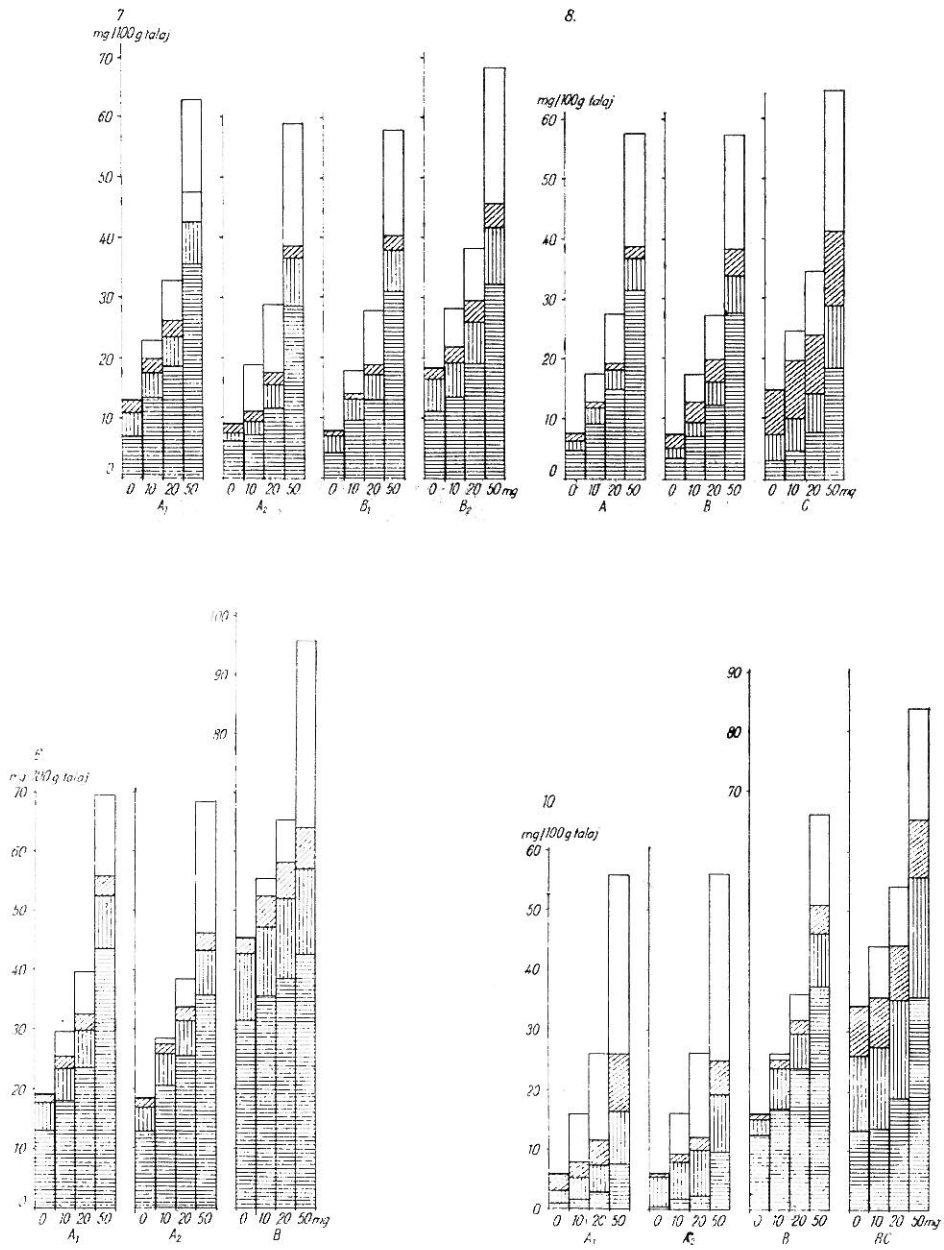
A két szelvény mechanikai összetétele (2. ábra), a Ca, Mg mennyisége és aránya, T-értéke (1. ábra), a szervetlen és szerves foszfor mennyisége az összes foszfor 0/0-ában, egymáshoz való aránya (5. ábra), sőt még a kovasav mennyisége és eloszlása is azonos. Eltérés a két szelvény között az összes, szervetlen, szerves és oldható foszforsav abszolút mennyiségében, valamint a vas, alumínium eloszlásában és egymáshoz való arányában van. A 8. szelvényben a vas mennyisége a mélységgel csökken, a 9. szelvényben a B szintben felhalmozódási szint mutatkozik, ami magyarázza, hogy a B szint az 50 mg-os adagból még adszorbeált foszforsavat. Az alumínium eloszlása a 8. szelvényben egyenletes, a 9. szelvényben a mélységgel növekedett a mennyisége.

A szerves foszforon belül a két frakció is sok hasonlóságot mutatott, csak a 8. szelvényben az A szintben a fitin a több, mint a nuklein.

A foszfatolízis (deszorpció) jelensége, mely a 9. szelvény BC szintjében mutatkozott, lehetőséget adott az alábbi számítások elvégzésére:

Az A szint foszfortartalma:.....		362,50 mg
Első kioldásra oldódik	113,75 mg	
További két kioldásra oldatba megy.....	45,50 „	159,25 „
		203,25 mg
10 mg foszforsav hozzáadásakor még megköt		4,80 „
Erős kötésben levő mennyiség		208,05 mg
A B szint összes foszfortartalma		544,00 mg
Első kioldásra oldódik	135,00 mg	
További két kioldásra oldatba megy	99,80 „	234,80 „
		309,20 mg
10 mg foszforsav hozzáadására oldatba jut		24,80 „
Erős kötésben levő mennyiség		284,40 mg
A BC szint összes foszfortartalma		356,25 mg
Első kioldásra oldódik	45,00 mg	
További két kioldásra oldatba megy.....	182,00 „	227,00 „
		129,25 mg
10 mg foszforsav hozzáadására oldódik még		5,00 „
Erős kötésben levő mennyiség		124,25 mg





6. ábra

Az oldási és megkötődési kísérletek eredményei. Oldási kísérletek (1. oszlopok): a) első kioldás, b) második kioldás, c) harmadik kioldás. Megkötődési kísérletek (2—4. oszlopok): d) adszorbeált foszforsav, e) második kioldásnál visszanyert foszforsav, f) harmadik kioldásnál visszanyert foszforsav, g) a kioldások után leköltve maradt foszforsav

A 4. csoportot képviselő 10. réti talaj adszorpciós viszonyai a szelvényen belül különbözök. Az A_1 , A_2 szintben kedvezőlenebbek a viszonyok, mint a B és BC szintben. Az A_1 és A_2 szintnek a mechanikai összetétele is eltér az alatta levő szintekétől (2. ábra), a T-értéke a tíz szelvény közül a legnagyobb (1. ábra), a vas az A_2 szintben felhalmozódást mutat, az alumínium lefelé esik (3. ábra). A vas : alumínium aránya az eddigi szelvényekétől eltérő.

Az adatokból kitűnik, hogy erős kötés nagysága az A, B, BC szintekben különböző. A BC szint erős kötésben levő foszforsav mennyiségének viszonylag kevés volta valószínűleg összefügg azzal, hogy ebben a szintben a legtöbb ugyan az R_2O_3 mennyisége a tíz szelvény közül, de ennek nagyrésze alumínium, viszont az alumíniumfoszfát DEAN [4, 5] szerint könnyebben oldható, mint a vasfoszfát.

A megkötődési vizsgálatok tájékoztatást nyújtanak arra, hogy a bevitt foszforsavnak hányad része kötődik le. Azonban éppen a 9. szelvény foszfatolizises jelensége bizonyítja, hogy a lekötött foszforsav nem elveszett része a bevitt trágyának, felhasználódik a szorbensek lekötésére, s ezáltal az összes foszforsav: oldható foszforsav aránya az évek során végzett rendszeres trágyázással állandóan javul.

Ennek a kérdésnek az irodalomban már több mint félévszázados múltja van. Wheeler és Adams már a század elején felvetették azt a gondolatot, hogy a talajkolloidok adszorpciós kapacitását előbb valamilyen módon telíteni kellene, hogy a foszfortrágya hatásos legyen.

Később HECK [7] is úgy találta, hogy a talajok bázistelítettsége és a foszforsavadszorpció között összefüggés van: mégpedig „alacsony bázistelítettségi fok esetén a talaj általában inkább köti le a foszforsavat nehezen felvehető alakban, mintha nagyobb mértékben van telítve bázisokkal”.

1936-ban TULIN [19] vizsgálta a foszforsav lekötődését, kolloidikai szempontból és adataiból azt a következtetést vonta le, hogy a szorbenseknek van egy telítettségi színvonala, „a telíttség kritikus zónája”, amelyen alul a lekötött foszforsavat a növény nem képes hasznosítani. A krasznojomban nagyobbak találta a telítés fokát, mint a csernozjomban. Tehát a különböző talajok telítési foka más és más, szintek szerint is, amint azt ZAITSEV [20] megállapította. Ennek oka lehet, mint a 9. szelvényénél, a szorbensek különböző fajtája.

Golubev [cit. 14] a foszfor szükséglet laboratóriumi megítélésénél a talaj savassága mellett a teljes adszorpciós-kapacitást (T-érték) és a telítettség %-os értékét (V%) szintén felhasználja.

STANFORD [18] szerint is, ha a foszforműtrágyát nagyobb mennyiségben alkalmazzuk, mint amelyet a növények felhasználnak, akkor a talajban az összes és a felvehető foszfor mindenképp felhalmozódik.

Következtetések

Az oldódási és a megkötődési kísérletek folyamatos kioldásaival a természetes viszonyokat utánoztam: oldódásnál a folyamatosságot, a változások hatására beálló egyensúlyi állapotokat, a megkötődésnél azt, hogy a szorbensek fajtája szerint lazább vagy erősebb kötésben adszorbeálódnak-e a foszfátionok

és mindkettőnél az oldás folyamatosságával a növény szakaszos tápanyag-felvételét.

A legjobbak az oldódási viszonyok azokban a talajokban, amelyek az első kioldásra adják a legtöbb foszforsavat. Azokban a talajokban, amelyeknél a második és a harmadik kioldás is hatásos, az oldódás lassú. Kedvezőtlenek az oldódási viszonyok az olyan talajokban, amelyekben a három kioldás sem szolgáltat elegendő foszforsavat.

A megkötődési kísérletek során a talajok a kisebb adagokból kevesebbet, a nagyobbakból többet kötöttek meg. Az adszorbeált foszforsav második és harmadik kioldásánál is azt figyelhetjük meg: több adszorbeált foszforsavból több, a kevesebből kisebb mennyiség szabadult fel.

A bevitt trágya (P_2O_5) átalakul kicserélhetővé vagy nehezen megbontható vegyületekké: ez az ún. erős kötés, amelyből a foszforsav két kezelés hatására sem szabadul fel.

Az oldódási és megkötődési kísérletek az alábbi eredményt adták:

A 2. csoport talajaiban van a legtöbb oldható foszforsav, az első kioldásra nagyrészt kioldódott, a hozzáadott foszforasvból kevés kötődött le, kevés szabadult fel és kb. 1/3-a kötődött erősebben, kevesebb, mint a többi csoportban.

A 3. csoport talajainak már csak az A és B szintjeiben jó az oldódás, a BC szintekben lassú. A hozzáadott foszforasvból több kötődött le, több is szabadult fel és az erős lekötődés közel 50%-os.

Az 1. csoport talajaiban kevés az oldható foszforsav, a kevés is lassan került oldatba. A hozzáadott foszforsavból sok adszorbeálódott, amelyből a felszabadult mennyiség is nagyobb, mint az előző két csoportnál. Az erősen lekötött foszforsav 45—50%.

A legrosszabbak az oldódási és megkötődési viszonyok egyaránt a 4. csoport talajaiban. Kevés az oldható foszforsav, az is lassan oldódik. A hozzáadott foszforasvból a lekötődés nagy, sok szabadult fel ugyan, de a két kioldás hatására is csak közel egyharmada érvényesül a beadott trágyának. A megkötési erély nagy, mert a 20 és 50 mg-os foszforasvadagokból is sok kötődött le.

A foszforsav oldódási és megkötődési vizsgálataiból megállapíthatjuk az illető talaj oldható foszformennyiségét és a lekötődés nagyságát a hozzáadott foszforasvból, sőt a lazábban és erősebben kötött foszformennyiségek nagyságát is.

Így számításokat végezhetünk, — ott, ahol kísérleteket állítunk be vagy szabaddéli kísérlet, helyi tapasztalat hiányában megfelelően kívánjuk a növényt tápanyaggal ellátni, — mennyi foszfortrágyát kell adnunk egy bizonyos termés-szint eléréséhez.

A 9. szelvény B, BC szintjeinél előállott foszfatolízis pedig támpontot nyújt arra, hogy az adott talajnál milyen mennyiségű foszforsav szükséges a szorbensek telítéséhez. A 9. szelvény vizsgálati adatai arra is felhívják a figyelmet, hogy a lekötött foszforsav perspektivikusan nem vész el a termelés számára, hanem ezek a mennyiségek évről-évre telítik a kolloidok adszorpciós kapacitását és ezáltal minden évben kedvezőbb a talajok összes foszforsav: oldható foszforsav aránya, s ezáltal az adszorpciós viszonyok is.

A vizsgált talajok oldódási és megkötődési dinamizmusa összefüggésben van az egyéb vizsgálatok adataival. Általában, ahol sok a vas, alumínium és agyag, ott sok a megkötődött foszforsav. A nagy megkötődést mutató talajokban viszont kevés az összes, szerves, szervetlen és oldható foszforsav. Az adszorbeált foszforsavnak az a része, amely lazábban kötött, felszabadul. Ezekben a

frakciókban kalcium vas és alumínium a foszforsavval nem stabil kötést alkot. A stabil kötésekben levő foszfátok nem szabadulnak fel.

Az 1. csoport talajaiban több az adszorbeált magnézium, kevesebb az adszorbeált kalcium, kevés a szerves foszforsav, az oldható is: ezeknek a talajoknak rossz az oldódási és a megkötődési viszonyuk.

A szerves foszforsav a mélység felé nő, az alumínium általában szintén, a vas és a szerves foszfor pedig csökken, bár nem egyenletesen és egyformán, s a vas : alumínium arány tehát az alumínium javára tolódik el, a szerves : szerves foszfor aránya is a szerves foszfor javára.

A 2. csoport talajaiban legtöbb az adszorbeált kalcium és legkevesebb az adszorbeált magnézium, a legtöbb a két kation aránya, a legkevesebb bennük a vas és alumínium, ezeknek a talajoknak a legnagyobb a szerves és oldható foszfortartalma, ami visszatükröződik a jó oldódási és megkötődési viszonyaiban.

A 2. csoportban a vas végig több, mint az alumínium, ahol az arány tág (6. szelvény) ott a szerves foszfor több, mint a szerves és ezek aránya egymáshoz sem változik lényegesen, míg ahol a vas : alumínium arány szűkebb (7. szelvény) ott a szerves foszfor kerül túlsúlyba a szervesrel szemben, de a kettőnek aránya itt sem változik lényegesen a szelvényben. A viszonyok tehát hasonló tendenciát mutatnak, mint az 1. csoportban.

A 3. csoport taljai közül a 8. szelvényben is hasonló tendenciát észlelhetünk, mint az 1. csoportban és bizonyos fokig a 9. szelvényben is.

A 9. szelvény BC szintjében legtöbb ugyan az R_2O_3 mennyisége a tíz szelvény közül, de ennek nagyrésze alumínium, az alumíniumfoszfát pedig a vasfoszfátnál könnyebben oldódik, így ebben a szintben könnyebben oldódik a foszforsav, az adszorbeált foszforsavból nagyobb mennyiség szabadult fel.

A 4. csoport 10. szelvényében lefelé egészben véve a vas javára tolódik el a vas : alumínium arány, a foszforfrakciók aránya pedig a szerves foszfor javára.

A végzett vizsgálatok adatai reális képet adnak a talajok termelési értékéről és ezeknek az adatoknak a birtokában helyesen ítélniük meg a talajok legcélszerűbb felhasználását és legjobb trágyázástechnikáját.

E helyen mondok köszönetet Bajmóczy József, Rónaszéky Ferenéné és Vámosi Sándorné munkatársaimnak, akik a vizsgálatok elvégzésénél segítségemre voltak.

Összefoglalás

Megvizsgáltam tíz szelvény jellemző tulajdonságait, oldódási és megkötődési dinamizmusát és alábbi eredményeket kaptam:

1. A talajok oldódási és megkötődési dinamikája, valamint az egyéb vizsgálatok adatai összefüggést mutattak a talajok típusával. A vizsgálati adatok alapján a kísérleti talajokat négy csoportba osztottam.

2. Az oldódási és megkötődési kísérletek alapján a négy csoport talajainak az oldódás csökkenő és a megkötődés növekvő sorrendje a következő: a) 2. csoport taljai: 6, 7. szelvények (deluviális hordalék); b) 3. csoport taljai: 8., 9. szelvények (csernozjom barna erdőtalajok); c) 1. csoport taljai: 1—5. szelvények (Ramann-féle barna erdőtalajok, valamint erodált változatai); d) 4. csoport talaja: 10. szelvény (deluviális hordalékon kialakult réti talaj).

3. A folyamatos oldódási és megkötődési kísérletekkel a természetes viszonyokat utánoztam (folyamatos oldódás, a növények etapszerű tápanyagfelvétele stb.).

4. A megkötődési kísérleteknél bevitt foszforsav átalakult kicserélhetővé, vagy nehezen megbontható vegyületekké s a szerint, hogy mivé alakult a vizsgálatoknál lazább, vagy erősebben kötött foszformennyiségeket kaptani.

5. Az adszorpciós vizsgálatokból kítűnt, hogy a talajok nagyobb adagokból többet, a kisebbekből kevesebbet adszorbeáltak és ezen az alaptörvényszerűségeen belül a típusjelleg megnyilvánult.

6. Több adszorbeált foszforsavból nagyobb mennyiség, a kevesebből kisebb szabadult fel és a felszabadult foszforsav mennyisége összefüggésben volt a típusjelleggel.

7. Az oldódási és megkötődési kísérletek adatai tájékoztatást nyújtanak, hogy a vizsgált talajon, a kiválasztott növénynek egy bizonyos termésszint eléréséhez mennyi foszforsavra van szüksége.

8. A 9. szelvénynél fellépő foszfatolízis jelensége:

a) nyilvánvalóvá tette, hogy a bevitt trágya lekötött része perspektivikusan nem vészett el a termelés számára, csupán befektetés, mely csökkenté a talaj összes foszforsav : oldható foszforsav arányát;

b) módot nyújthat az adszorbensek telítéséhez szükséges foszforsav mennyiségének megismeréséhez és ebből további következtetéseket vonhatunk le a telítés mértékére.

9. A talajok oldódási és megkötődési viszonyai összefüggést mutattak a többi vizsgálati adattal (kicserélhető Ca, Mg, n·HCl-ban oldható Fe, Al, szervesetlen, szerves foszfor mennyiségeivel és a Ca : Mg, Fe : Al, szervesetlen: szerves foszfor arányokkal.).

Érkezett: 1962. december 10.

Irodalom

- [1] BARBIER, G.: Facteurs influencant la dynamique de l'acide phosphorique dans le sol. Bull. Document Sta. Cent. Agron. Versailles. 9. 14—30. 1951.
- [2] BARROW, N. J.: Phosphorus in soil organic matter. Soils and Fertilisers **24**. 169—173. 1961.
- [3] BOWER, C. A.: Studies of the forme and availability of soil organic phosphorus. Research Bulletin Ames. Iowa. 362. 963—996. 1949.
- [4] DEAN, L. A.: Electrolysis as a means of studying the nature of soil phosphates. Soil Sci. **37**. 253—266. 1934.
- [5] DEAN, L. A.: Fixation of soil phosphorus. Advances in Agronomy. **1**. 391—411. 1949.
- [6] EGNER, H., Köhler, G. & Nydahl, F.: Die Laktatmethode zur Bestimmung leichtlöslicher Phosphorsäure in Ackerböden. Ann. Landbr. Hogsk. **6**. 253. 1939.
- [7] HECK, A. F.: Effect of the degrees of base saturation of a soil on its capacity to fix phosphorus in difficulty available form. Soil Sci. **38**. 463—470. 1934.
- [8] KÜHN, J.: Vizsgálatok a talajok könnyen felvehető káli- és foszforsavkészletének megállapítására. Kísérletügyi Közlemények. **33**. 189—206. 1935.
- [9] LYON, L. T. & BUCKMAN, H. O.: The nature and properties of soils. Mc.Millan. New York 1928.
- [10] LOHSE, H. W. & RUENKE, G. N.: Studies on readily soluble phosphate in soils: III. The effect of phosphate treatment. Soil Sci. **36**. 303—316. 1933.
- [11] MEHLICH, A.: Determination of cation- and anion exchange properties of soils. Soil Sci. **66**. 429—445. 1948.
- [12] MEHTA, W. C.: Determination of organic phosphorus in seven Iowa soil profiles: Distribution and amounts as compared to organic carbon and nitrogen. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **4**. 162. 1938.
- [13] MITSCHERLICH, A. E.: Die Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens. P. Parey. Berlin. 1925.
- [14] PETERBURGSZKI, A. V.: Praktikum po agrohímii. Szel'hozgiz. Moszkva. 1952.
- [15] RAUTERBERG, E.: Über Berücksichtigung der Bodenart bei den Untersuchungen der Böden auf ihre Phosphorsäurebedürftigkeit. Z. PflErnähr. Düng. A. **20**. 302. 1931.

- [16] RAUTERBERG, E.: Adsorptionsversuche von Phosphorsäure im Böden. Z. PflErnähr. Düng. **31**, 39—42, 1933.
- [17] RID, H.: Strukturveränderungen des Ackerbodens im Bereich der Krume, der Pflugsohle und des Untergrundes, nachgewiesen durch Strukturdiagnosen und Messungen der Grobstruktur. Z. Acker- PflBau. **114**, 58—86, 1961/62.
- [18] STANFORD, G.: Soil management practices in relation to phosphorus availability and use. In Soil and Fertilizer Phosphorus in Crop Nutrition. Academic Press, New York, 243—280, 1953.
- [19] TULIN, A. ТН.: Availability of soil phosphates for the plant from the viewpoint of colloid chemistry. Soil Sci. **42**, 291—299, 1936.
- [20] ZAITSEV, A. A.: Poglosheniye anionov podzolishtimi poesvani Krajnego Szevera. Poesvo-vedenie. (9—10) 44—56, 1943.

Изучение динамики фосфорных соединений в характерных бурых лесных почвах

И. ФАБРИ

Отдел почвоведения Государственного института по контролю качества почв и с. х. продукции Будапешт

Резюме

При применении фосфорных удобрений сопоставлялась динамика питательных элементов и различные свойства почвы с некоторыми статическими почвенными исследованиями. Были взяты 10 разрезов. Эти разрезы представляют собой характерные почвы района Бикал (область Бараня), начиная от вершины гор до узких долин. Морфологические признаки этих разрезов приводятся в табл. I. На основе исследования были сделаны следующие выводы:

1. Почвы по растворимости и связыванию фосфора были разделены на 4 группы. По снижению растворимости и возрастанию связывания они имеют следующую очередность: а) Почвы 2-ой группы, разрезы 6,7. (делювиальные наносы). б) Почвы группы 3, разрезы 8,9. (черноземно бурые лесные почвы). в) Почвы 1 группы, разрезы 1—5. (буроземы по Раманну и их эродированные разновидности). г) Почвы группы 4, разрез 10 (луговая почва на делювиальном отложении).

2. В опытах по растворимости и связыванию, в условиях близких к природным, проводилось многократное извлечение фосфора.

3. В опытах по связыванию, вносимая в различных дозах (10, 20, 50 мг/100 гр почвы) фосфорная кислота, превращалась в обменную или трудно растворимую форму. В зависимости от характера превращения определялись легко или прочно связанные формы фосфора.

4. Исследуя адсорбцию, выяснили, что при высоких дозах почва удерживает больше, а при низких дозах меньше фосфора, на эту закономерность отложил свой отпечаток характер почвенного типа.

5. При многократном извлечении фосфора из обогащенной фосфором почвы, оказалось, что при высоком содержании адсорбированного фосфора, растворялось больше фосфора и наоборот. Количество растворимого фосфора меняется в зависимости от почвенного типа.

6. Данные опытов по растворимости и связыванию фосфора дают представление о количестве фосфора, необходимого для получения определенного уровня урожая на данной почве.

7. Явление фосфатолиза, наблюдаемое в разрезе 9, дало возможность выяснить, что: а) связанная почвой часть вносимых удобрений не теряется для растений, а только снижает соотношение между количеством общего и растворимого фосфора почвы, в) для насыщения адсорбентов необходимо определенное количество фосфора, по которому можно судить о степени насыщенности.

8. Условия растворимости и связывания фосфора почвой имеет связь с другими данными анализов. (обменный Са и Mg, содержание железа и алюминия растворимых в п. HCl, количество и распределение неорганического и органического фосфора, соотношение Са:Mg, Fe:Al, неорганический фосфор: органический фосфор).

Табл. I. Морфологические данные разрезов и pH. (1) Номер разреза, почвенный тип. (2) Генетический горизонт. (3) Глубина в см. (4) Окраска. (5) Физические свойства. 6 Структура. (7) pH. (8) Конкрекции и т. д.

Рис. 1. Распределение поглощенных катионов почвы и «Т». На ординате-глубина разрезов (генетические горизонты), на абсциссе-катионы в % от величины «S» и величина «Т» в мг/экв. на 100 гр почвы.

Рис. 2. Механический состав почвы. На ординате-глубина разреза (генетические горизонты), на абсциссе-процентное распределение отдельных фракций.

Рис. 3. Количество растворимых в $n \cdot HCl$ железа (а) и алюминия (в) и кремневой кислоты (с).

На ординате глубина разрезов, на абсциссе-количество железа, алюминия, SiO_2 в мг/100 гр. почвы.

Рис. 4. Количество общего, неорганического (а), органического (фитин (б), нуклеин (с)) и растворимого фосфора (д). На ординате глубина разреза, на абсциссе количество общего, неорганического, органического и растворимого фосфора в мг/100 гр почвы.

Рис. 5. Неорганический, органический и растворимый фосфор почвы в % от общего количества фосфора. На ординате глубина разреза (генетические горизонты), на абсциссе неорганический органический и растворимый фосфор в % от общего фосфора. а) неорганический фосфор, в) органический фосфор, с) растворимый фосфор по Эгнеру.

Рис. 6. Результаты опытов по растворимости и связыванию. Все генетические горизонты представлены четырьмя столбиками. Первый столбик показывает результаты растворимости, 2—4 результаты связывания. Опыты по растворимости (1 столбик): а) количество фосфора при первом растворении, б) при втором растворении, с) при третьем растворении. Опыты по связыванию фосфора (2—4 столбики): д) адсорбированный фосфор, е) количество фосфора при втором растворении, ф) количество фосфора при третьем растворении, г) связанный фосфор после растворения.

У разреза № 9 (гор. В: 10, 20, 50 мг, ВС: 10, 20, 50 мг) над жирной черной линией количество фосфора, полученного фосфатоллизом.

Etude de la dynamique des composés phosphatiques dans quelques profils caractéristiques des terrains à sols de forêt bruns

I. FÁBRY

Institut National de Recherches Qualitatives de l'Agriculture, Section des Sols, Budapest

Résumé

Le but de ce travail a été de servir si l'on peut se prononcer davantage quant à la pratique de l'emploi des engrais phosphatiques d'après la détermination de certaines propriétés du sol et de la dynamique de l'engrais que d'après quelques déterminations isolées, statiques.

Pour cette étude j'ai choisi dix profils appartenant à des sols caractéristiques de la commune de Bikal (com. de Baranya) à partir du sommet de la colline jusqu'aux vallées étroites. Les caractères morphologiques des profils sont réunis dans le tableau 1.

A partir des résultats des déterminations j'ai tiré les conclusions suivantes.

1. D'après les essais de solubilité et d'adsorption les sols peuvent être classés en quatre groupes, dans lesquels l'ordre décroissant de la solubilité et l'ordre croissant de l'adsorption se suivent ainsi: *a*) sols du 2-e groupe: profils 6 et 7 (sols de transport déluvial), *b*) sols du 3-e groupe: profils 8 et 9 (sols chernozem-forestiers bruns), *c*) sols du 1-er groupe: profils 1 à 5 (sols forestiers bruns de Ramann et leurs variétés érodées), *d*) sols du 4-e groupe: profil numéro 10 (sol de prairie formé sur terrain de transport déluvial).

2. Dans les essais de solubilité et d'adsorption l'imitation des conditions naturelles a été effectuée par dissolution continue (adsorption fractionnée des matières nutritives par les plantes, dissolution et adsorption continues).

3. Les différentes doses d'acide phosphorique additionnées dans les essais d'adsorption (10, 20, 50 mg/100 g de terre) se sont transformées en acide phosphorique échangeable ou en combinaison à décomposition difficile.

4. Les essais d'adsorption ont montré que les sols ont adsorbé davantage d'acide phosphorique des doses plus fortes que des doses plus faibles et que le caractère du type se reflète dans cette constatation fondamentale.

5. Au cours de l'éluviation continue du sol fumé il s'est libéré une quantité plus grande d'acide phosphorique si le sol contenait davantage d'acide phosphorique adsorbé et la quantité de l'acide phosphorique libéré a été lié au type de sol.

6. Les données des essais de solution et d'adsorption donnent des indications concernant la question quelle est la quantité d'acide phosphorique dont une certaine plante a besoin pour la réalisation d'un certain niveau de rendement sur le sol examiné.

7. La phosphatolyse observée dans le cas du profil 9.

a) prouve que la partie adsorbée de l'engrais additionné n'est pas perdue définitivement pour la production, ce n'est qu'un apport qui abaisse le rapport acide phosphorique total: soluble du sol,

b) peut servir à connaître la quantité d'acide phosphorique nécessaire pour la saturation des adsorbants, ce qui permet des conclusions ultérieures concernant le degré de la saturation.

8. Les conditions de solubilité et d'adsorption ont présenté des corrélations avec les autres données de l'examen (Ca et Mg échangeables, Fe et Al solubles dans $n \cdot \text{HCl}$, P_2O_5 anorganique et organique et avec les rapports Ca:Mg, Fe:Al, P_2O_5 anorganique: organique.

Tableau 1. Les données de l'examination sur place des sols et leur réaction. (1) Numéro du profil, son type. (2) Horizon génétique. (3) Profondeur. (4) Couleur. (5) Variété physique. (6) Structure. (7) Réaction. (8) Concrétions, etc.

Fig. 1. Distribution des cations absorbés des sols et leur valeur T. L'axe vertical donne la profondeur du profil (horizons génétiques), sur l'axe horizontal sont représentés les cations adsorbés en $\%$ de la valeur S et la valeur T en mg équ/100 g de terre.

Fig. 2. Constitution granulométrique des sols. L'axe vertical donne la profondeur du profil (horizons génétiques) l'axe horizontal la répartition en $\%$ des diverses fractions.

Fig. 3. Teneur des sols en fer (a), alumine (b) et silice (c) solubles en $n \cdot \text{HCl}$. L'axe vertical donne la profondeur du profil, l'axe horizontal la teneur en fer, alumine et silice en mg/100 g de terre.

Fig. 4. Teneur en acide phosphorique anorganique totale (a), en acide phosphorique organique [(phytine (b), nucléine (c))] et en acide phosphorique soluble (d). La partie verticale du diagramme donne la profondeur du profil, la partie horizontale les diverses fractions d'acide phosphorique en mg/100 g de terre.

Fig. 5. Teneur des sols en acide phosphorique anorganique et soluble en $\%$ de la teneur totale en acide phosphorique. L'axe vertical donne la profondeur du profil (horizons génétiques), l'axe horizontal la teneur en acide phosphorique anorganique (a), organique (b) et solubles (c) en $\%$ de la teneur totale.

Fig. 6. Résultats des expériences de dissolution et d'adsorption. Chaque horizon génétique est représenté par quatre colonnes. La première colonne donne le résultat de l'expérience de dissolution, les colonnes 2 à 4 rapportent aux expériences d'adsorption. Expérience de dissolution (1-e colonne). a) acide phosphorique dans la 1-e fraction, b) dans la deuxième, c) dans la troisième. Expérience d'adsorption (colonnes 2 à 4): d) acide phosphorique adsorbé, e) acide phosphorique récupéré lors du 2-e lavage, f) au 3-e lavage.

Au 9-e profil (horizon B: 10, 20 mg, BC 10, 20, 50 mg) l'acide phosphorique obtenu par phosphatolyse figure au-dessus du trait fort.