

## A foszforsav biológiai átalakulása barna erdőtalaj területek néhány jellegzetes szelvényében

FÁBRY GYÖRGYNÉ

*O M M I Talajtani Osztály, Budapest*

Korábbi dolgozatomban barna erdőtalaj területek néhány jellegzetes szelvényében a különböző talajsajátságok és a foszfordinamika összefüggéseit vizsgáltam a foszformútrágyázás nézőpontjából. Jelen dolgozatban a foszforsav kétféle érlelés hatására történő biológiai átalakulásával foglalkozom. Kísérleteimhez a fenti dolgozat [8] mintaanyagát használtam fel. A talajminták vizsgálati adatait ebben a dolgozatban is típusuk szerint négy csoportra osztva tárgyalom, azonban az érleléseknél a típuson belül erősen éreztetik hatásukat azok a tényezők, amelyeknek alapján a változatok elkülöníthetők.

A foszforsav kérdéskomplexumának két sarkalatos tétele: az arány és az egyensúly. Ez a két tényező szabályozza érvényesülését. Arány alatt értjük a másik két tápanyaghoz való viszonyát és az egyensúly jelenti a különböző kötési és különböző formájú foszforsavak mennyiségi viszonyait. A tápanyagok arányának helyességét döntően csak a szabadföldi kísérletek bizonyítják. Az egyensúlyi állapotokat viszont elsősorban laboratóriumi vizsgálatokkal tudjuk meghatározni.

Ratje munkái számos sémát tartalmaznak, amelyek a különböző talajok foszfátgyensúlyát ábrázolják. E sémák azonban nem ölelik fel azokat a tényezőket, amelyek a talajfoszfátok mozgékonyágát és növények általi hasznosítását határozzák meg, nem tér ki az agyagásványok okozta foszfátgyensúlyra sem, a talaj szerveskötésű foszfátkészleteivel sem foglalkozik (ASZKINAZI [1]).

A foszfátgyensúllyal, trágyahatással és utánpótlás lehetőségeivel foglalkozó munkák nem mellőzhetik a szerveskötésű foszforsavat, nem pusztán a kép teljességéért, hanem mert az összes foszforsavnak egyes talajokban jelentékeny része szerveskötésben van. VAN DIEST és BLACK [4] szerint a vegetációs periódus elején meglévő szerves foszforsav a növényeknek még ugyanabban a periódusban, mint mineralizált szerves foszforsav tápanyagul szolgál. Ezt látszottak bizonyítani saját munkáim is [6, 7]. STANFORD [10] szerint a szerves foszfor megkötődésének, illetve a szerves foszfor ásványosodásának egymáshoz viszonyított aránya kétségtelenül nagymértékben befolyásolja a talajhoz adott anyagok elbomlásának különböző szakaszaiban a növény számára rendelkezésre álló foszforsav mennyiségét.

Minden talajban meg kell vizsgálnunk a szerves foszforsav mennyiségét, nem elegendő csak a szerves, illetve oldható foszforsav meghatározása. Azokban a talajokban pedig, amelyekben az összes foszforsav nagyobb része szerveskötésben van, a szerves foszfor ásványosodási lehetőségeivel és ütemével, mint utánpótlásával feltétlenül célszerű foglalkozni.

A szerves foszfor vizsgálatánál is az egyensúly kérdése a lényeges: a szerves és a szerves foszfor, a szerves foszfor és a mineralizált foszfor, a szerves és a szintetizált foszfor egyensúlyi állapota.

### Vizsgálati anyag és módszer

A vizsgált talajok morfológiai jellemzőit korábbi dolgozatom [8] 1. táblázatában foglaltam össze. Az említett dolgozatban leírt vizsgálatokra jelen munkámban gyakran hivatkozom, a mintaanyag is közös lévén az alábbi vizsgálatok ábráit folyamatos számozással láttam el.

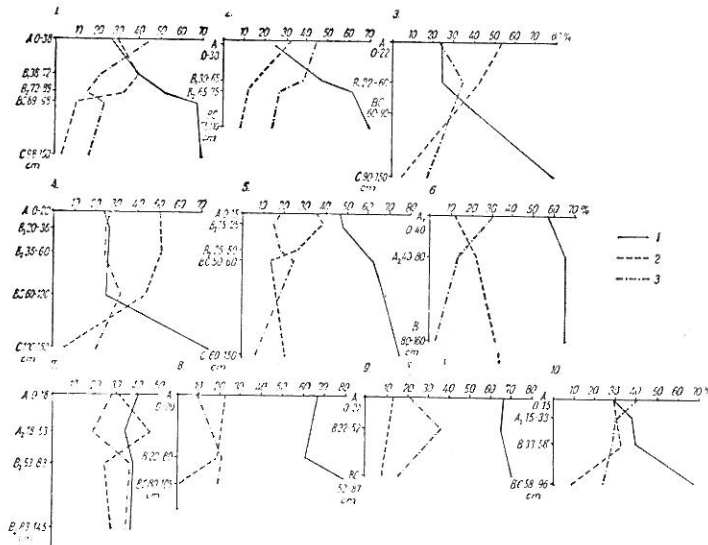
a) A korábbi dolgozathoz meghatározott fitin és nuklein foszfor mennyiségeit az összes foszfor  $0/0$ -ában a 7. ábra mutatja. Összehasonlításul az ábrán feltüntettem az összes foszfor  $0/0$ -ában kifejezett szerves foszorsavat is.

b) Az első kísérletsorozatban a talajokkal aerob érlelési kísérletet végeztem 24 napig,  $28^\circ\text{C}$ -on, a  $K_A$  szám felének megfelelő desztillált vízzel. Az adatokat a 8. ábra tartalmazza.

c) A második kísérletsorozatban 24 napos aerob érlelést állítottam be,  $28^\circ\text{C}$ -on, 100 g talajra 10 mg foszorsavval (amit a  $K_A$  szám felének megfelelő desztillált vízzel vittem be). A vizsgálati adatokat a 9. ábra mutatja.

d) A Schollenberger—Tyurin oxidimetrikus szénmeghatározást a Szokolov—Aszkinazi—Szerdobolszkij szerkesztésében megjelent módszertan szerint, Sarkadi módosításait felhasználva végeztem. A nyert értékeket a szerves foszfor arányában a 10. ábra tünteti fel.

e) Előző dolgozatomban leírt laktátoldható foszorsav (folyamatos háromszori kioldás) mennyiségeit arányba állítottam a szerves foszforral. Az eredményeket a 11. ábrán ismertetem.



7. ábra

A talajok szervesen, fitin és nuklein foszfortartalma az összes foszfor  $0/0$ -ában; 1. szervesen foszfor, 2. fitin foszfor, 3. nuklein foszfor

### Az eredmények értékelése

A vizsgált talajok nagyrésztében sok a szerveskötésű foszforsav. Csak a 6., 8., 9. szelvényekben több a szerves foszforsav, mint a szerves. Ezekben a talajokban a mikrobiológiai viszonyok a szerves foszfor ásványosodásának kedveznek. A többi hét szelvényben a körülmények a szerves foszfor felhalmozódását segítik elő. A hét szelvény közül végig a szerves foszfor uralkodik az összes foszforsavon belül a 7. szelvényben (5. ábra), melyet gyep alól vettem és a többi szelvényhez viszonyítva több az összes nitrogén tartalma (mg/100 g talaj):

|        |       |
|--------|-------|
| 0—18   | 112,8 |
| 18—53  | 56,8  |
| 53—83  | 33,9  |
| 83—145 | 44,4  |

DEAN [3] szerint is ha bőven van jelen a talajban nitrogén, akkor a szerves foszfor felhalmozódik.

A szerves foszforon belül tíz közül két szelvény van (2., 9.), amelyekben kizárólag az egyik frakció van túlsúlyban: a nukleinfoszfor. A 3., 4., 6., 7., 8. szelvényekben a két görbe egyszer keresztezi egymást és a 6. szelvény kivételével ezeknek a felső szintjében a fitin foszfor több, mint a nuklein. Az 1. és 5. szelvényekben a két görbe kétszer keresztezi egymást. Az 1. szelvényben a nuklein és az 5. szelvényben a fitin foszfor nagyobb az A szintben (7. ábra).

A növények tápanyagul a szerves foszfort veszik fel és számukra a szerves foszfornak csekély vagy semmi a jelentősége (EID, BLACK és KEMPTHORNE [5]). A nagy mennyiségű szerves foszfornak ezekben a talajokban tehát csak akkor van jelentősége, ha ásványosodik. A talajok ásványosodási képességeinek megismerésére állítottam be az érlelési kísérleteket.

Az első kísérlet sorozatban végzett érlelés változásokat eredményezett a talajok szerves és szerves foszfor mennyiségében. Ezek a változások tekintettel arra, hogy foszforsavat nem adtam a talajokhoz, csak a szerves foszfor átrendeződései, egyensúlyváltozások a szerves foszfor és a szerves foszforsav között. Az érlelés folyamán szerves foszfor mineralizálódott, szerves foszfor szintetizálódott. Ezek a folyamatok általában egymás mellett, párhuzamosan játszódnak le.

Az ásványosodott foszforsav a növények számára tápanyagot jelent, azonban a növénynek az ásványosodáskor jelen kell lennie, hogy a rendelkezésre álló foszforsavat hasznosíthassa, különben lekötődik (BOWER [2], EID, BLACK és KEMPTHORNE [5]).

Az 1. csoport talajai közül az 1., 2. és 5. szelvényekben történtek nagyobb átrendeződések a szerves foszfor és a szerves foszforsav között. A 3. és 4. szelvényekben számottevő változások csak a C szintben voltak (8. ábra).

A 2. csoport talajai (6. és 7. szelvények) kétféle egyezést mutattak az érlelésnél:

a) Az A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> szintjeikben megnövekedett a szerves foszfor és csökkent a szerves.

b) Az A<sub>2</sub> alatti szintjeikben a szerves foszfor csökkent és a szerves növekedett.

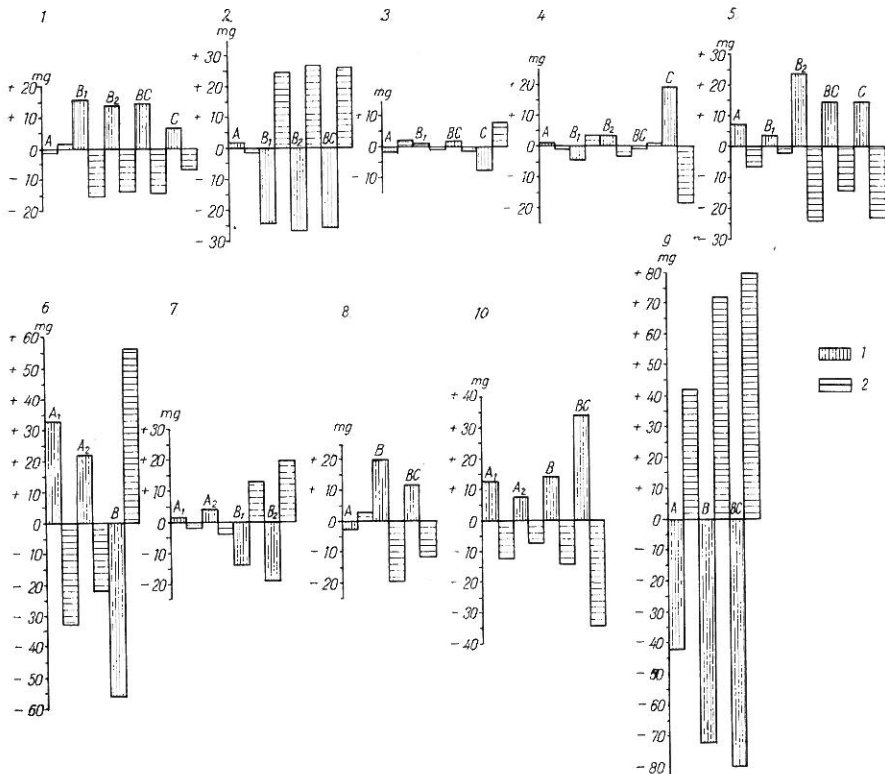
Különbség azonban a két szelvény érlelési eredménye között, hogy a 6. szelvény A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> szintjében nagyobb mennyiségű szerves foszfor ásványosodott, mint a 7. szelvény két hasonló szintjében.

A 3. csoport talajainál (8., 9. szelvény) az érlelés csaknem teljesen eltérő hatást váltott ki. Az A szintek mindkettőnél azonos értelemben, de különböző mértékben reagáltak az érlelésre. Az A szintet követő szintekben a 8. szelvény-nél növekedett a szerves foszforsav a 9. szelvényben pedig az A szinthez hasonlóan igen jelentős mértékű szerves foszforsav gyarapodás ment végbe.

A 4. csoport réti talajában végig jó hatásuk volt a kísérleti körülmények-nek a szerves foszfor ásványosodására.

A második kísérletsorozatban 10 mg foszforsavat is adtam a talajokhoz, így érlelés után a szervesen, illetve szerveskötésű foszforsavnál többletnek kellett jelentkeznie. Ennél a kísérletsorozatnál tehát már nemcsak egyensúlyi átrendeződés ment végbe a kétféle kötésű foszforsav között. A kísérletsorozat a körülményei a vizsgált talajoknál jelentős változásokat eredményeztek. Az adatokat a 9. ábra szemlélteti. Ha összehasonlítjuk a 8. és 9. ábrát, azt láthatjuk, hogy az első kísérletsorozat kevesebb talajban, kisebb ásványosodást eredményezett, mint a második.

Az 1. csoport talajainál a foszforsavas érlelés pozitív hatást váltott ki, főként az 1., 3. és a 4. szelvényekben, valamint az 5. szelvény A és B<sub>1</sub> szintjében. A mennyiségi változásnál ki kell emelni az 1. és 5. szelvényt.



8. ábra

A desztillált vízzel érlelt talajok szervesen és szervetlen foszforsav változása: 1. szervetlen foszforsav, 2. szerves foszforsav

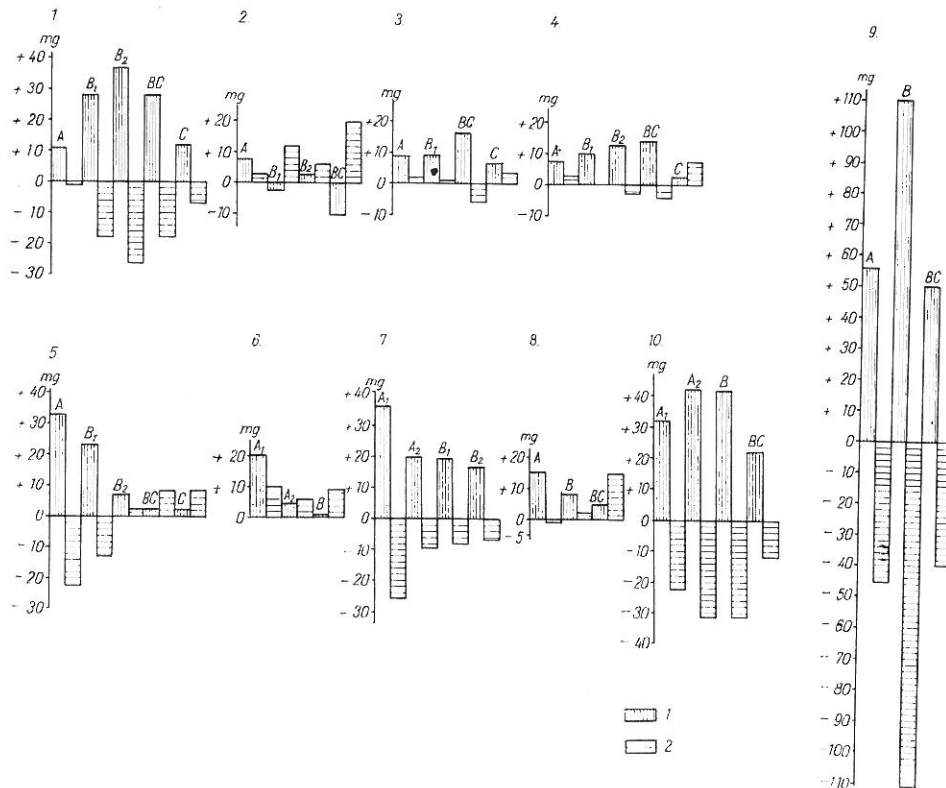
A 2. csoport talajainál érlelésénél a 6. szelvényre a foszforsav adagolás kedvezőtlenül hatott, az  $A_1$  szint alatt szintézis következett be. A 7. szelvénynél a szerves foszforsav ásványosodott.

A 3. csoport talajainál a 8. szelvényben csak az A szint gyarapodott szerves foszforsavban, a 9. szelvényben pedig teljes egészében ásványosodás következett be.

A 4. csoport réti talajának  $A_1, A_2, B$  szintjeiben nagymérvű ásványosodás történt foszforsav hozzáadására. A szelvény BC szintjében azonban az ásványosodás kisebb volt, mint a desztillált vízes érlelésnél.

Az első kísérletsorozat (desztillált vízes) érlelése jelentékeny hatással volt az 1., 5., 6., 8., 10. szelvényeknél. Ezek közül az 5. és 10. szelvény valamennyi szintjében ásványosodás történt. Az 1., 6., 8. szelvényeknél már csak néhány szintben ásványosodott a szerves foszforsav. A második kísérletsorozatban (foszforsavas) beállított érlelés számottevő ásványosodást eredményezett az 1., 7., 9., 10. szelvények valamennyi szintjénél. Az 5. szelvény A, B szintjében bekövetkezett nagyobb arányú ásványosodás, a többi szelvénynél szintenként változott az ásványosodás és a szintézis.

A jól ásványosodó talajok közül az 5., 10. szelvényben már hőmérséklet és nedvesség hatására is ásványosodik a szerves foszfor. Azonban ezeknél is hatá-



9. ábra

A foszforsavval érlelt talajok szerves és szervetlen foszforsav változása: 1. szervetlen foszforsav, 2. szerves foszforsav

sosebb volt a foszforsav bevitele úgy mint az 1., 7., 9. szelvényeknél. A hőmérséklet és a nedvesség csak a 6. szelvény  $A_1$ ,  $A_2$  és a 8. szelvény B, BC, 5. szelvény  $B_2$ , BC, C, valamint a 10. szelvény BC szintjében ásványosított jobban mint a foszforsav.

A legkedvezőtlenebb volt a szerves foszfor ásványosodása mindkét kísérlet-sorozatban a 2. szelvénynél.

A második kísérletsorozat tehát több szintben és nagyobb ásványosodást idézett elő, mint az első (8., 9. ábra).

A kétféle érlelés az 1., 5., 7., 9., 10. szelvényeknél növelte a szerves foszforsavat. Ahhoz, hogy az érlelési kísérletekből megállapíthassuk, milyen tényezők segítettek elő az ásványosodást, meg kell vizsgálnunk a jól ásványosodó és a rosszul ásványosodó talajok tulajdonságait.

Az 1., 5. szelvény az 1. csoport talajai közül viszonylag a legkedvezőbb tulajdonságokkal rendelkezik: jó a Ca : Mg aránya, de különbözik a csoport talajaitól a vas, alumínium, kovasav mennyiségében, eloszlásában, a vas : alumínium arányában (3. ábra), a csoport többi talajától eltérő a foszfor-diagramja is (4. ábra).

A 2. csoport talajai közül a 7. szelvényben több a finomabb ( $2-50 \mu$ ) és kevesebb a durva ( $50-100 \mu$ ) szemese-frakció, mint a 6. szelvényben. A szelvény  $B_1$ ,  $B_2$  szintjében szűkebb a Ca : Mg arány (1. ábra), ami az első kísérletsorozatban a szerves foszfor szintézisében megnyilvánult. A második kísérletsorozatban is az  $A_1$ ,  $A_2$  szintjében nagyobb a szerves foszfor ásványosodása. A két szelvénynek a vas, alumínium, kovasav diagramja is eltérő (3. ábra). Az összes, szerves és oldható foszforsav is kevesebb a 7. szelvényben, mint a 6.-ban (4., 5. ábra).

A 3. csoport talajai között lényeges eltérés van a vas, alumínium, összes, szerves, szerves és oldható foszforsav mennyiségében, eloszlásában és egymáshoz való arányukban (3., 4., 5. ábra). A 9. szelvény nagy mennyiségű szerves és oldható foszforsava a desztillált vizes érlelésnél nagymértékű szintézisben nyilvánult meg.

Az A szintben a szintézis kisebb, mert ezekben a szerves és az oldható foszforsav is kevesebb, a B, BC szintben nagyobb, amit a foszfatolízis (korábbi dolgozat [8]) jelensége alapján azzal magyarázhatunk, hogy szerves foszforsavra túltelített volt az adszorpciós komplexus és a talajoldat. A második kísérletsorozatban adott 10 mg foszforsavra előálló koncentráció-növekedés úgy látszik ellentétes hatást gyakorolt a mikroorganizmusokra, mert a szintézist mineralizáció váltotta fel.

A jól ásványosodó talajok közül a 10. szelvényben a legszűkebb a Ca : Mg arány (1. ábra),  $A_1$ ,  $A_2$ , B szintjében a tíz szelvény között legtöbb a durva frakció ( $> 100 \mu$ ),  $A_1$  szintjében az  $50-100 \mu$  és az  $5-50 \mu$  -jú szemese-frakciók aránya is a többi szelvényekétől eltérő (2. ábra). Természetes körülmények között az  $A_1$ ,  $A_2$ , B szintjében szerves foszfor halmozódik fel (4. és 5. ábra), ezzel magyarázható már az első kísérletsorozatban bekövetkezett ásványosodás. A második kísérletsorozatban az ásványosodás fokozódott, főként a három felső szintben, amelyekben eredetileg is kevesebb volt a szerves és oldható foszforsav. Az érlelés során adagolt 10 mg foszforsav néhol kedvezőtlenül hathatott a mikroszervezetek és enzimek működésére, amit bizonyítani látszik, hogy az első kísérletsorozatban a BC szintben — amelyben eredetileg több volt a szerves és az oldható foszforsav — nagyobb volt az ásványosodás, mint a második kísérletsorozatban (8. és 9. ábra).

Az ásványosodásnál lényegesnek látszik a szerves, oldható foszforsav abszolút és relatív mennyiségén, valamint egymáshoz való arányukon kívül az adott talajra vonatkozó koncentrációjuk.

Két talaj van (2., 9. szelvény), amely az első kísérletsorozatban úgyszólván teljes szelvényében szintetizált szerves foszfort. Ebben a két szelvényben legtöbb a tíz szelvény között az összes foszforsav és mindkettőben a szerves foszforon belül a nuklein foszforsav több, mint a fitin (az összes foszfor  $0/0$ -ában és abszolút értékben egyaránt), azonkívül a fitin és a nuklein foszfor görbéi párhuzamosak (4., 5., 7. ábra).

A kétféle érlelés közül sem az egyik, sem a másik nem járt pozitív eredménnyel a 2. szelvénynél. Az A szintben volt csekély mineralizáció, de a többi szintben szintézis játszódott le. Az A szint alatt lényegesen megnövekedett a szerves foszforsav és a vas mennyisége a szelvényben (3., 4. és 5. ábra).

A jól ásványosodó szelvények mind a négy talajtípust képviselik, amelybe a tíz szelvényt besoroltam, ennek oka, hogy a változatokat előidéző tényezők az érlelésnél erősen éreztetik hatásukat. Pl. a Ramann-féle barna erdőtalajok közül jól ásványosodik az 1. és az 5. szelvény, amelyek a Ramann-féle barna erdőtalajok nem erodált, ill. gyengén erodált változatai, ezek az érlelésnél a másik három talajszelvénytől eltérően viselkednek. A deluviális hordalékok között is vannak közös és eltérő vonások a szerint, hogy a hordott szint a két szelvénynél mennyire azonos. A esernozjom barna erdőtalajok között is a 9. szelvény a nagyadagú foszfortrágyázás miatt különbözik a 8. szelvénytől stb.

Az első érlelési sorozatban azok a talajok ásványosodnak, amelyekben kevesebb a szerves foszfor, mint a többi szelvényben, több a szervesen vagy szűkebb a szervesen: szerves foszfor arányuk. Még ilyen esetben is számít, hogy a foszforsav koncentrációja a talajban megfelelő szinten van-e. Az első érlelési kísérletben jó ásványosodást mutató talajokban, természetes körülményeik között, a szerves foszfor felhalmozódása és ásványosodása általában egyensúlyt tart.

Tehát az első érlelési kísérlet a természetes viszonyokat közelíti meg, mert a  $28^{\circ}\text{C}$ -ot és a benedvesedést a nyári hónapokban a talajok megközelítőleg megkapják (BOWER [2]).

A második érlelési kísérletben a bevitt foszforsav erősebben ásványosította a szerves foszfort, még a 2. szelvény A szintjében is pár mg szerves foszforsav többletet eredményezett, ami a termelésnél számottevő lehet. Ez az érlelési kísérlet azt bizonyítja, hogy foszfortrágya adagolásánál megfelelő nedvesség jelenlétében, a szerves foszfor jól ásványosodik. A tíz szelvény 40 szintjéből csak 9 a kivétel, ahol 10 mg foszforsav hatására szintézis lépett fel, melyet a sok szerves foszfor valószínűleg előmozdított.

A 10. ábra a talajok szerves szén: szerves foszfor arányát tünteti fel abszolút mennyiségekben. Az ábrán a két legszűkebb arányt a 2. és 9. szelvények képviselik. A 2. szelvény mindkét érlelésnél, a 9. szelvény pedig az első érlelésnél szintetizált (KALLA [9]).

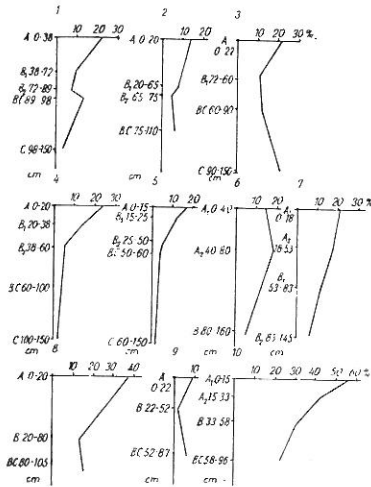
A 11. ábra a talajok szerves foszforsav: laktátoldható foszforsav (folyamatos háromszori kioldás együttes mennyisége) arányát mutatja abszolút mennyiségben. Azokban a talajokban, amelyekben a szerves foszforsav több, az arány szűk: ilyenek a 6., 8., 9. szelvény (5. ábra). A legnagyobb a laktátoldható foszforsav: szerves foszforsav arány a 2. szelvényben, amelyik a legrosszabbul ásványosodott mindkét kísérletsorozatban.

A vizsgált talajok ásványosodása és szintézise az adszorbeált kationok, a Ca : Mg arány, a mechanikai összetétel, a szerves, a szerves, az oldható fosz-



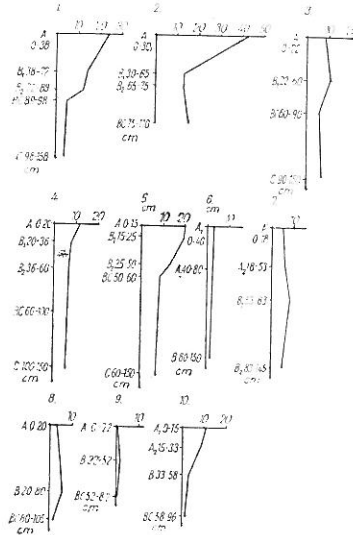
forsav mennyisége, szelvényen belüli eloszlása, egymáshoz való arányuk, valamint a szerves szén: szerves foszforsav aránya szerint alakul. Természetesen a felsorolt talajtulajdonságok jelentkeznek a típuson belül is, de köztük a változatot létrehozó próbák eltérések az érleléseknél hatványozottan megmutatkoznak.

Az érlelési kísérletek — ha megfelelő számú kísérlet fog rendelkezésre állni — arra fognak szolgálni, hogy meghatározzuk azt a szerves foszformennyiséget, amelyik a különböző talajokban ásványosodik, mely az oldhatóság, megkötődés



10. ábra

A talajok szerves szén: szerves foszfor aránya



11. ábra

A talajok szerves foszforsav: laktátoldható foszforsav aránya

mellett egy igen értékes adattal fogja gyarapítani a különböző talajok foszfor állapotáról nyert ismereteinket és nagy segítséget fog jelenteni a foszforszükséglet megállapításánál.

### Összefoglalás

Kétféle érlelés hatását vizsgáltam a korábbi dolgozatomban leírt 10 szelvény talajmintáin. Mindkét érlelés aerob módon, 24 napig, 28° C-on, a  $K_A$  szám felének megfelelő desztillált vízzel történt, de a második kísérletsorozatban a talajok foszforsavat (10 mg/100 g talaj) is kaptak, az elsőben pedig nem.

A vizsgált talajok nagy mennyiségű szerves foszfort tartalmaznak, különösen sok van a 3., 4. szelvényekben. A 3. szelvény A, B szintjében az összes foszforsav 75,06—75,73%-a szerves foszfor, a 4. szelvény B<sub>2</sub> szintjében 82,06%.

A szerves foszfor azokban a szelvényekben halmozódott fel, amelyekben a finomabb szemcsefrakció uralkodik, a finom : durva szemcsefrakció aránya tág, az adszorbeált kationok között a Ca viszonylag kevesebb volt, mint a többi szelvényben és a Ca : Mg aránya szűk.



A két érlelési kísérletsorozat vizsgálati adataiból az alábbi következtetések vonhatók le:

1. Az első érlelési kísérletben a nedvesség, hőmérséklet hatására azok a szelvények ásványosodtak, amelyekben a szerves foszfor kevesebb vagy a szervesetlennel szűkebb arányban van, ami mutatja, hogy ezzel az érleléssel a természetes viszonyokat megközelítettem.

2. A második érlelési kísérletben 10 mg foszforsav/100 g talajra) és nedvesség hatására több szelvényben, nagyobb mértékben ásványosodik a szerves foszfor, mint az első érlelési kísérletben. Ez az érlelési kísérlet azt látszik bonyolítani, hogy a szerves foszfortrágya hatására az adott nedvesség mellett a szerves foszfor ásványosodik.

Az első érlelési kísérletben szerves foszfor-szintézis következett be a 2., 9. szelvényben. Ebben a két szelvényben nagymennyiségű a szerves foszforsav és csak ebben a két szelvényben párhuzamos a fitin és a nuklein foszforsav, valamint a szerves foszforon belül a nuklein foszfor több, mint a fitin az összes foszforsav  $0/_{10}$ -ában.

4. A 4. szelvény C, az 5 szelvény BC, C, a 6. szelvény A<sub>2</sub>, BC, a 8. szelvény BC szintjében szintetizálódott még szerves foszforsav a második érlelési kísérletben: ezekben a szintekben sok a szerves foszforsav.

5. A 2. szelvényben az A szintet kivéve sem az első, sem a második érlelési kísérlet nem volt pozitív hatású. Ez a szelvény az A szint alatt sok szerves foszforsavat tartalmazott (csak a 9. szelvény multa felül), így az egyensúlyi viszonyok nem kedveztek az ásványosodásnak.

6. A vizsgált talajokban az ásványosodást és szintézist befolyásoló tényezők: az adszorbeált kationok, T-érték, a Ca : Mg arány a finom szemefrakció : durva szemefrakció aránya, a szerves, szerves, oldható foszforsav mennyisége és arányuk, valamint a szerves szén: szerves foszforsav aránya. Természetesen a felsorolt talajtulajdonságok a típusban jelentkeznek. Az ásványosodás és a szintézis viszont a típusváltozatokkal mutat összefüggést.

*Érkezett: 1962. december 10.*

### Irodalom

- [1] ASZKINAZI, D. L.: Foszfatin rezsim i izvesztkovanyije poesv sz kiszloj reakcijej. Izd. AN SSSR. Moszkva. 1949.
- [2] BOWER, C. A.: Studies on the forms and availability of soil organic phosphorus. Iowa State Coll. Agric. Res. Bull. 362. 1949.
- [3] DEAN, L. A.: Fixation of soil phosphorus. Advances in Agronomy. **I**, 291—411. 1949.
- [4] DIEST, van A. & BLACK, C. A.: Soil organic phosphorus and plant growth. II. Organic phosphorus mineralised during incubation. Soil Sci. **87**, 145. 1959.
- [5] EID, M. T., BLACK, C. A. & KEMPTHORNE, O.: Importance of soil organic and inorganic phosphorus to plant growth at low and high soil temperatures. Soil Sci. **91**, 361. 1961.
- [6] FÁBRY, GY-NÉ: Szerveskötésű foszforfrakciók hazai talajainkban. Agrokémia és Talajtan. **9**, 245—260. 1960.
- [7] FÁBRY GY-NÉ: Adatok hazai talajaink szerves foszfortartalmához. Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet Évkönyve. **V**, 323—336. 1961.
- [8] FÁBRY, GY-NÉ: Foszforvegyületek dinamikájának vizsgálata barna erdőtalaj területek néhány jellegzetes szelvényében. I. Agrokémia és Talajtan. **12**, 407—426. 1963.
- [9] KAILA, A.: Viljelysman organissanta fosforista. Valtion Maat. Julk. Helsinki. 129. 1948.
- [10] STANFORD, G.: Soil management practices in relation to phosphorus availability and use. In. Pierre & Norman: Soil and Fertilizer Phosphorus in Crop Nutrition. Acad. Press. New York. 243—280. 1953.

## Биологическое превращение фосфорной кислоты в некоторых бурых лесных почвах

И. ФАБРИ

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

### Резюме

Изучались два способа компостирования почвы в образцах десяти разрезов, подробное описание которых приведено в предыдущем сообщении (8). Оба способа компостирования были аэробными, компостирование проводилось в течение 24 дней, при температуре 28° С, количество прибавляемой воды соответствовало половине величины  $K_d$ . В первой серии опытов почва не получила фосфорную кислоту, во второй серии к почве добавляли 10 мг/100 гр почвы фосфорной кислоты.

Изученные почвы содержат много органического фосфора, особенно его много в разрезах 3 и 4. В горизонтах А и В разреза №3 75—06—75,73% от общего фосфора, а в гор. В разреза №4 82,06%.

Органический фосфор накапливается в тех разрезах, где отмечается большое количество тонких почвенных фракций, где соотношение тонкой и грубой фракции представлено широко, где адсорбированного кальция было меньше, чем в других разрезах и соотношение Са:Мг узкое. Исходя из данных опыта по компостированию почв двумя методами, можно сделать следующее заключение:

1. В первом методе компостирования минерализация органического фосфора под влиянием влажности и температуры происходила особенно интенсивно в тех почвах где содержится меньше органического фосфора, или наблюдается узкое соотношение между органическим и неорганическим фосфором. Все это показывает на то, что при применении этого метода компостирования удалось создать условия близкие к природным.

2. Во втором опыте к 100 гр почвы добавляли 10 мг. фосфорной кислоты, в этом случае под влиянием добавленной кислоты и под влиянием влажности минерализация органического фосфора во многих разрезах протекала интенсивнее, чем в опытах компостирования по первому методу. Результаты этого опыта показывают, что при данной влажности под влиянием добавления фосфорной кислоты интенсивнее происходит минерализация органического фосфора.

3. В первом опыте по компостированию наблюдается синтез органического фосфора в разрезах № 2 и 9. В этих двух разрезах имеется большое количество неорганического фосфора и только в этих двух разрезах наблюдается параллель между фитин-фосфором и нуклеин-фосфором, кроме того в самой фракции органического фосфора больше нуклеин-фосфора, чем фитин-фосфора, при выражении его в % от общего фосфора.

4. Синтез органического фосфора при втором способе компостирования наблюдается в горизонтах разреза №4, ВС и С разреза № 5, А<sub>2</sub> и ВС разреза №6, и ВС разреза № 8. В этих разрезах имеется много неорганического фосфора.

5. В разрезе № 2 за исключением гор. А не был получен положительный эффект ни в первом, ни во втором способе компостирования. В этом разрезе ниже горизонта А, в почве содержалось много неорганического фосфора (больше фосфора наблюдалось только в разрезе 9), таким образом условия равновесия были неблагоприятными для процессов минерализации.

6. В изученных почвах на минерализацию и синтез оказывали влияние поглощенные основания, величина «S» и «Т», соотношение Са:Мг, соотношение фракций тонкая: грубая, количество и соотношение неорганического, органического и растворимого фосфора, а так же отношение органического углерода к органическому фосфору. Конечно перечисленные свойства тесно связаны с типом почвы, поэтому процесс минерализации и синтеза так же зависит от типа почвы.

Рис. 7. Количество фитин- и нуклеин-фосфора в почвах в % от общего фосфора. На ординате глубина разреза (генетические горизонты), на абсциссе — 1. неорганический, 2. фитин-, 3. нуклеин-фосфор.

Рис. 8. Изменение неорганического и органического фосфора при компостировании почвы с добавлением дистиллированной воды. На ординате — количества в мг, минерализация обозначена положительным знаком, синтез — отрицательным. На абсциссе генетические горизонты разрезов. В обоих генетических горизонтах имеется два столбика: 1) неорганический, 2) органический фосфор.

*Рис. 9.* Изменение неорганического и органического фосфора при компостировании почвы с фосфорной кислотой. Обозначение см. на рис. 2.

*Рис. 10.* Соотношение органического углерода и органического фосфора в почвах. На ординате глубина разреза (генетические горизонты), на абсциссе соотношения.

*Рис. 11.* Соотношение органического фосфора и лактат-растворимого фосфора в почвах. Обозначение см. на рис. 4.

## Transformations biologiques de l'acide phosphorique dans quelques profils caractéristiques des sols de terrains à sols de forêts bruns

I. FÁBRY

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

### Resumé

J'ai étudié l'effet de deux sortes d'incubation sur les échantillons des sols des 10 profils décrits dans un mémoire antérieure [8]. Les deux sortes d'incubation ont été effectuées de manière aérobie, pendant 24 jours à 28° C, avec de l'eau distillée correspondant à la moitié du chiffre  $K_A$ , mais dans la deuxième série les sols ont reçu aussi de l'acide phosphorique (10 mg/100 g de sol).

Les sols essayés contiennent du phosphore organique en abondance, surtout ceux des profils 3 et 4. Dans l'horizon A, B du 3-e profil 75,06 à 75,73% de l'acide phosphorique consiste en phosphore organique, dans l'horizon B 82,06%.

Le phosphore organique s'est accumulé surtout dans les profils à prédominance en fractions fines, le rapport des fractions fines et grossières est large, parmi les cations adsorbés le calcium est relativement peu, comparé aux autres profils et le rapport. Ca : Mg est étroit.

L'on peut déduire des séries d'expériences à incubation les conclusions suivantes:

1. Dans la première série d'expériences se sont minéralisés les profils dans lesquels le phosphore organique est présent en moindre quantité ou sa proportion avec la phosphore inorganique est plutôt étroite, ce qui prouve que cette sorte d'incubation se rapproche aux conditions naturelles.

2. Dans la deuxième série d'essais le phosphore organique se minéralise d'avantage dans plusieurs profils sous l'effet de 10 mg d'acide phosphorique par 100 g de terre et de l'humidité présente que dans la première série. Cet essai d'incubation semble prouver que sous l'effet de l'engrais phosphorique anorganique et l'humidité présente le phosphore organique se minéralise.

3. Dans la première série d'essais il s'est produit une synthèse organique dans les profils 2 et 9. Ces deux profils contiennent abondamment du phosphore anorganique et ce n'est que dans ces deux profils que le phosphore phytinique et nucléinique sont parallèles et que le phosphore organique est plus abondant que la phytine exprimée en pour cent du phosphore total.

4. Dans les horizons C du profil 4, BC, C du profil 5, A<sub>2</sub>, BC du profil 6 et BC du profil 8 il y avait synthèse organique dans la deuxième série d'essais: ces horizons contiennent beaucoup d'acide phosphorique anorganique.

5. Quant au profil 2, l'horizon A excepté, il n'y avait pas d'effet positif ni dans la première, ni dans la seconde série. Ce profil contient sous l'horizon A de l'acide phosphorique inorganique en abondance (surpassé seulement par le profil 9), ainsi les conditions d'équilibre n'étaient pas favorables à la minéralisation.

6. Dans les sols examinés les facteurs conditionnant la minéralisation et la synthèse sont les suivants: les cations adsorbés, la valeur T, le rapport Ca : Mg, le rapport des parties fines aux parties grossières, la quantité et le rapport de l'acide phosphorique inorganique, organique et soluble, ainsi que le rapport du carbone organique au phosphore organique. Ces propriétés mentionnées du sol se présentent naturellement dans le type

La minéralisation et la synthèse par contre présentent des corrélations avec les variétés de types.

*Fig. 1.* Teneur des sols en phosphore inorganique, phytinique et nucléinique en % du phosphore total. L'axe vertical montre la profondeur du profil (horizons génétiques), l'axe horizontal: 1. acide phosphorique inorganique, 2. phytinique et 3. nucléinique.

*Fig. 2.* Changements de l'acide phosphorique inorganique et organique dans les sols incubés avec de l'eau distillée. L'axe vertical donne les quantités (mg), le signe positif indique la minéralisation, le signe négatif la synthèse. Sur l'axe horizontal sont représentés les horizons génétiques des profils. Chaque horizon génétique est représenté par deux colonnes: 1. phosphore inorganique, 2. organique.

*Fig. 3.* Changements de l'acide phosphorique inorganique et organique dans les sols incubés avec de l'acide phosphorique. Description: v. Fig. 2.

*Fig. 4.* Rapport carbone organique: phosphore organique. Axe vertical: profondeur du profil (horizons génétiques), axe horizontal: le rapport.

*Fig. 5.* Rapport phosphore organique: phosphore soluble en lactate. Description: v. Fig. 4.