

Szervesanyag bomlásának nyoma a szabadkígyósi X. századi temetők foszfátvizsgálatai alapján

DUMA GYÖRGY

Földünk külső részének átlagos kémiai összetételében a foszfor 0,12 súlyszázalékban fordul elő, mint számos ásvány, kőzet, szervesetlen és szerves vegyület alkotója. Mivel a foszfortartalmú ásványok csaknem minden eruptív kőzetben megtalálhatók, érthető, hogy a foszfor a bezáró kőzet mállása után másodlagosan a különböző üledékes eredetű kőzeteknek is alkotó részévé válik. E kőzetcsoport földünk felszíni és ahhoz közeli részein kiterjedten, nagy tömegekben fordul elő, jelentős részüket a laza törmelékes kőzetek képezik. Az üledékes eredetű laza törmelékes kőzeteknek mintegy 80 százalékát a köznapi életben általánosan elfogadott módon agyag gyűjtőnéven nevezik.

Az agyagok foszfortartalmának legnagyobb része ásványi eredetű és az, az eruptív kőzetek mállási maradékában levő természetes körülmények között nehezen fel-táródó fluor és klórtartalmú apatitásványokhoz, a különböző foszfátokhoz és foszforitokhoz van kötve. Ismeretes, hogy a felszínhez közeli agyagrétegekben – a talajokban – nagymértékben fordulnak elő élő szervezetek és szerves eredetű anyagok. Mivel mind a növényi mind az állati szervezetek felépítésében jelentős szerepe van a foszfornak, azért érthető, hogy ezek felhalmozódásával a talajok foszfortartalma az agyagok eredeti foszfortartalmát minden esetben messze meghaladja.

A talaj élővilága az agyagok foszfortartalmát és a különböző foszforvegyületeket elbontja, s így foszfátionok jutnak a talajba. Ezzel lehetőség nyílik különböző újabb szerves és szervesetlen foszforvegyületeknek a képződésére, valamint a foszfátionoknak az élő szervezetekbe történő beépülésére is. E folyamatokban fontos szerepe van a foszforsavnak, mely részben a mikroorganizmusoknak a foszforásványokra gyakorolt oldóhatásával, elsősorban azonban a szerves anyagok bomlásakor keletkezik.

A talajba került és ott felhalmozódott növényi és állati eredetű anyagok bomlását mind aerob mind anaerob körülmények között már régebben behatóan tanulmányozták. Kitűnt, hogy ezek bomlásakor egyéb termékek mellett minden esetben foszforsav is keletkezik.

Sokan vizsgálták a foszfátionoknak adszorbcíós és ioncsere folyamatok útján történő megkötődését a talaj kolloid anyagaival elsősorban az agyagásványokkal kapcsolatban. Kitűnt, hogy e folyamatoknál, a foszfátionoknak a különböző agyagásványokon történő megkötődésénél, az ioncsereének, az adszorbcíónak és a kémiai kötésnek a szerepe nehezen választható el egymástól. Foszforsav hatására azonban újabb foszfátok, foszforásványok is keletkezhetnek a talajban, melyekben a foszfor elsősorban kalciumhoz – erősen savanyú talajokban vashoz és alumíniumhoz –, kapcsolódik.

Az újonnan keletkező foszforásványok csoportjában legnagyobb jelentősége a kalcium-foszfatoknak van. Ezek között a mono- és dikalciumfoszfátok vízben jól oldódnak, a trikálciumfoszfátok gyakorlatilag oldhatatlanok. Mivel a vízoldható kalciumfoszfátok is idővel ez utóbbi alakba mennek át, azért a foszfátionoknak a megkötésében a kalciumfoszfátoknak rendkívül nagy jelentőségük van.

Számos megfigyelés bizonyítja, hogy a foszfátionok a talajban igen rövid idő alatt megkötődnek. Az a tapasztalat, mely szerint a talaj teljes foszfáttartalmának csak egy része hasznosítható a növények számára, jól mutatja, hogy a foszfátionok és az egyes talajalkotók között túlnyomóan igen erős kötések alakulnak ki. A talajban levő foszfátok viszonylag nagy stabilitása, valamint az a körülmény, hogy az oldatba jutott foszfátok (foszfátionok) újabb hasonlóan nehezen oldódó foszfátokat is képeznek, biztosítja a foszfortartalom megmaradását és lehetővé teszi bizonyos esetekben annak növekedését. Amíg azonban az ember tevékenységével a talaj vagy a talajban levő növényzet eredeti állapotát meg nem változtatja – kivételektől eltekintve – az építő és lebontó folyamatok egyensúlyban maradnak.

A talajok természetes foszfáttartalmát minőségük, jellegük, a növényi és állatvilág, az éghajlati viszonyok, valamint több földrajzi és földtani tényező nagyobb területen viszonylag egységesen alakítja ki. Megfigyelések azt mutatták, hogy a talajok kisebb részeken történő feldúlását olyan helyi jellegű biológiai tényezők okozzák, melyek az emberi és állati életfolyamatokkal hozhatók összefüggésbe, többnyire antropogén eredetűek. Mivel az emberi és állati szervezetek foszfortartalmú anyagokkal táplálkoznak, táplálékaik maradványa, hulladéka, kiválasztási termékeik és végül szervezetük pusztulása útján foszfortartalmú anyagok maradnak vissza a talajban. Mindezek bomlása alkalmából keletkező foszforsav hatására újabb foszfátok keletkeznek, melyek a talaj átlagos foszfátszintjét helyenként számottevően és maradandó módon megnövelik.

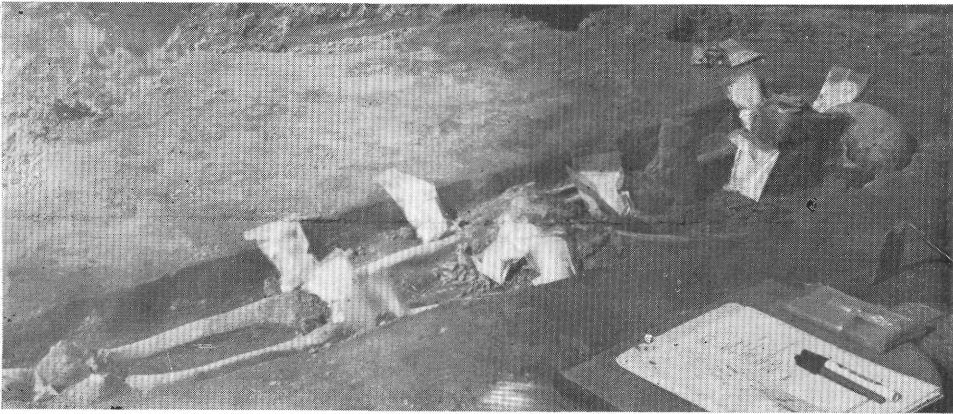
A foszfátionok már említett korlátozott mozgékonyaságából, valamint erős megkötődéséből önként adódik, hogy a talaj foszfáttartalmának változása, helyileg történő feldúsulása alkalmas lehet régészeti meghatározásokra is. E megfontolás alapján 1931-ben végeztek először régészeti céllal talajvizsgálatokat. Azóta e módszert mind szélesebb területen alkalmazzák a legkülönbözőbb korból származó kultúrretek vizsgálatára. A régészeti céllal végzett talajvizsgálatokat napjainkban terjedelme miatt aligha áttekinthető irodalom tárgyalja.

Érthető, hogy a régészettel kapcsolatos foszformeghatározásokkal nálunk is foglalkoztak.¹ Nagyobb számú vizsgálat elvégzésére azonban csak az elmúlt években nyílt lehetőség, az edények egykori szervesanyag-tartalmának meghatározására irányuló kutatómunkával összefüggően.² Ennek során alkalmunk volt a szerves anyagok dekompozícióját és ezzel kapcsolatban a foszfátionok megkötődésének lehetőségét mind a laboratóriumi modellkísérleteinknél, mind természetes körülmények között különböző talajokban tanulmányoznunk. Irodalmi adatokkal egyezően úgy találtuk, hogy a talajok természetes foszfáttartalma, valamint a foszfátionok megkötődésének a lehetősége a talaj ásványi összetételétől és szemcsemegoszlásától függ. A talajok természetes foszfáttartalma legkisebb a homokos, legnagyobb a magas mésztartalmú agyagos talajokban volt. A foszfátionok mozgásának lehetősége ezzel messzemenően párhuzamosságot mutatott, a homokos talajokban mindig kedvezőbb volt mint az agyagos – meszes talajokban. Megfigyelhettük, hogy a foszfátionok vándorlása (penetrációja) az eltemetett testtől függőlegesen lefelé a többi iránynál minden esetben kedvezőbben mehet végbe. Mind a modellkísérleteink, mind a különböző talajokban fekvő sírok földanyagának vizsgálata azt mutatta, hogy a foszfátionok a foszforsavat tartalmazó

oidatokból igen rövid idő alatt megkötődnek. Csak az eltemetett test közvetlen közelében lehetett a legtöbb esetben a talaj foszfáttartalmának jelentős növekedését megállapítani.

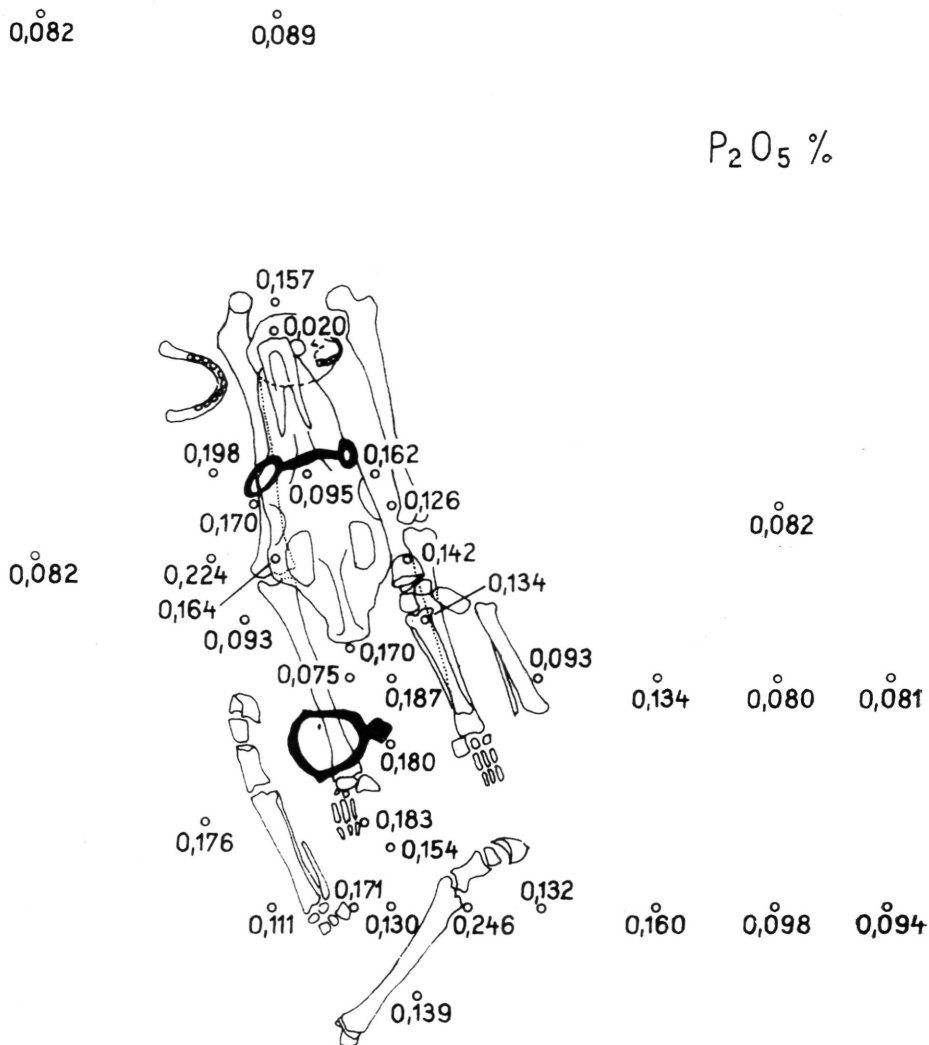
A régészeti céllal végzett talajvizsgálatoknál a szerves anyagok egykori jelenléte a talajok természetes foszfáttartalmának helyileg történő dúsulása alapján, a foszfáttartalom viszonylagos növekedéséből következtetnek. E vizsgálatokhoz éppen ezért minden esetben olyan talajmintára is szükség van melynek csak a természetes, tehát a feltételezett szennyezésektől mentes foszfáttartalma van. E követelménynek megfelelő talajminta kiválasztása mindenkor nagy körültekintést igényel. Fokozottan áll ez a síroknál, az azokat kitöltő földanyag kevert volta miatt. Vizsgálatainknál legmegfelelőbbnek a sírfenek szintjében, a sírfolttól távolabb eső részekből vett talajminták bizonyultak.

A régészeti céllal végzett foszfátvizsgálatokhoz a talajmintákat rendszerint egy egyenes mentén, vagy négyzethálójával meghatározott pontokból veszik. A Szabadkígyós – Pál ligeti táblában végzett, 1968-as ásatás sírjainál az emberi test dekompozíciója által történt foszfátdúsulás vizsgálatánál a mintavétel egy olyan egyenes mentén történt, mely a sír főtengelye volt (1. kép). A lovastemetkezésnél (Tangazdaság homokbányája) a lókoponya és a csontok közötti területen a mintavétel egyes helyeken sűrítve történt, hogy a feltételezett foszfátdúsulást mind pontosabban lehessen lehatárolni. A mintavétel pontjai a helyszínen, léptékes sírrajzon lettek rögzítve. Négy pontban a mintavétel szintjétől függőleges irányban lefelé a mélyebb rétegekből is történt mintavétel. Egy-egy talajminta mennyisége 100 g volt, melynek teljes mennyiségét 100μ -nál kisebb szemcsenagyságra öröltük, majd ennek átlagát használtuk fel a foszfátvizsgálat céljára. A foszfor meghatározása ez esetben foszformolibdenátos módszerrel titrimetrikusan történt. E meghatározási módot a foszforértékek között várható nagy eltérések, valamint a megkívánt nagy pontosság miatt választottuk, az általánosan általunk használt molibdát-vanadátos kolorimetrikus meghatározás helyett.



1. kép. Földminta vétel a szabadkígyósi II. 13. sír feltárása közben
Illustration 1 Earth sampling in the course of the uncovering of grave 13. II. at Szabadkígyós

A vizsgálat céljára szolgáló minták minden esetben a foszfátionok megkötése szempontjából igen kedvezőtlen homokos talajokból származtak. Ennek ellenére a szervesanyagok hatására történő foszfátdúsulás minden esetben jól követhető volt (2. kép). A lókoponya és a lábcsontoktól mintegy 40 cm távolságban már a talaj átlagfoszfortartalmának megfelelő értékeket határozhattunk meg. A csontok mellett kisebb, a csontok által bezárt területen meglepő módon jelentős foszfordúsulást észleltünk, a talaj átlagának megfelelő 0,08 P_2O_5 -ról 0,18 P_2O_5 -ra emelkedő, illetőleg helyenként



2. kép A szabadkígyósi I. 27. sír földjében megfigyelt foszfáttartalom
 Illustration 2 Phosphate content observed in the earth of grave 27, I. at Szabadkígyós

még ezt is meghaladó foszfáttartalmat találtunk. *E tény alátámaszthatja azt a régészeti feltevést, mely szerint a csontok által körülvett területen nagyobb tömegű szerves anyag pusztult el.*

JEGYZETEK

1. *Uzsoki A.*: Előzetes jelentés a Mosonszentmiklós–Jánoshápusztai bronzkori temető ásatásának eredményeiről. *Arrabona* 1959. 53–70.
2. *Duma Gy.*: Égetett agyagok foszforfelvétele. *Építőanyag* 1968. 450–456.; *Duma Gy.*: Methode zum Feststellen der Bestimmung von urzeitlichen Gefässen. *Acta Archaeologica Hung.* 1969. 359–372.

Examination of the decomposition of organic matter on the basis of the material of the Szabadkígyós cemetery

GYÖRGY DUMA

The study deals with the origin of the natural phosphate content of the topsoil and the strata near to the superficial layers as well as with the possibilities of its changes, and refers to the reasons of the increase in the phosphate content and to the archeological conclusions to be drawn therefrom.

Among the final products of the decomposition of all organic matter phosphorous acid can be found which becomes fixed with the mineral components of the soil in various forms, within a comparatively short time. The concentration of the phosphate content of the soil taking place locally may, for this reason, be suitable for the demonstration of the organic matters present at the time. In this way also the examination of the phosphorous content of the soil samples taken from specific places by the horse bones of the horse interment in the Szabadkígyós cemetery shows beyond question that there, according to external estimation, a larger mass of organic matter which was destroyed without leaving a trace any longer to-day – according to the archeological assumption horse-hide – has dissolved.