

**Foszfortanulmány
a Kertészeti és Szőlészeti Főiskola
Soroksári Gazdaságának
genetikus üzemi talajterképéhez**

FÁBRY GYÖRGYNÉ

*Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet
Talajtani Osztálya, Budapest*

A mezőgazdasági termelés fokozásának egyik lényeges tényezője a műtrágyázás, melynek az eddigi kutatómunkák ellenére is vannak még elméleti és gyakorlati problémái. Vonatkozik ez elsősorban a foszfortrágyázásra, amit igazol, hogy mind a hazai, mind a külföldi szakirodalom nagy terjedelemben foglalkozik vele. Intézetünk jelenleg a Genetikus Üzemi Térképezés keretében tápanyag kartogramokkal igyekszik a gazdaságok trágyázási tervének kidolgozásához alapot szolgáltatni. A kartogramok a gazdaság talajainak tápanyag-állapotát az oldható foszforsav, kálium és az összes nitrogén vizsgálati adatai alapján térképszerűen jellemzik. Jelen foszfortanulmányomat ilyen tápanyag-kartogramhoz készítettem.

Vizsgálati anyag és módszer

A gazdaság 12 000 kh területe a Dunántúlon helyezkedik el, de csak hegyvidéki része tartozik ténylegesen a Dunántúl nagy tájegységéhez (Budai hegyvidék), a síkvidéki része tulajdonképpen a Nagy Alföld dunántúli nyúlványa. A talajterképezés helyszíni vizsgálatai kerületenként (I. Soroksár, II. Szigetcsép, III. Lakihegy, IV. Vány, V. Szigetbecse, VI. Budakeszi) történtek. A helyszíni vizsgálatok során begyűjtött talajminták közül az 1. táblázatban foglalt 23 szelvény 101 mintáján tanulmányoztam a foszforkérdést. A kiválasztott szelvények a gazdaság területének jellemző talajai.

A dolgozat a foszforsav különböző formáival illetve oldódásával és megkötődésével foglalkozik, ezért elvégeztem mindazokat a vizsgálatokat, amelyek azt közvetve, vagy közvetlenül érintik.

a) Az alapvizsgálatok kiegészítették a talajok szabadföldi jellemzését. Közülük az egyik legfontosabb a kémhatás (pH) értékszáma az 1. táblázatban található.

b) A kicserélhető kationok meghatározása MEHLICH szerint [11] történt. A kapott eredményeket az 1. ábra mutatja.

c) A mechanikai elemzést Dworák—Várallyay szerint végeztem öt frakciót különítve el.

d) A vasat, alumíniumot n. sósavas oldatból határoztam meg. A kapott eredmények a 2. ábrában találhatók.

e) A Schollenberger—Tyurin oxidimetrikus szénmeghatározást, illetve humuszmeghatározást a Szokolov—Aszkinasi—Szerdobolszkij szerkesztésében megjelent módszerkönyv szerint, Sarkadi módosításait felhasználva végeztem. A kapott értékeket a 3. ábrában tüntettem fel.

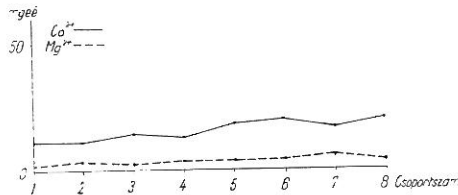
f) Az összes foszforsav meghatározása a kiizzított talajból, királyvizes feltárással történt.

g) A szerves foszfort BOWER módszerének [3] 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.

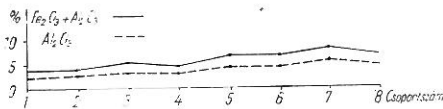
h) A szervesetlen foszforsavat a szerveskötésű foszforsav vizsgálata során nyert adatokból határoztam meg.

Az *j*–*h* pontokban felsorolt vizsgálatok adatait a 3., 4. ábrában foglaltam össze.

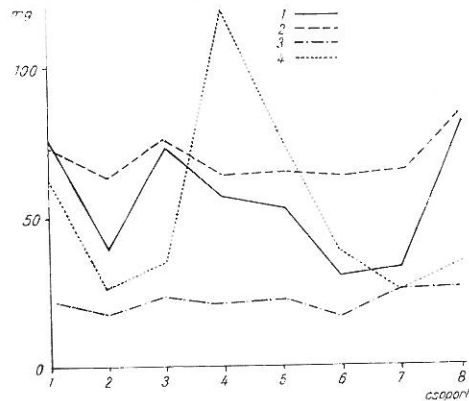
i) Az oldódási kísérletekben az oldható foszforsavat Egner–Riehm eljárása szerint [13], KÜHN rendszerével [10], folyamatosan, háromszori kioldással határoztam meg. Az első kioldással nyert foszforsav a könnyen oldható, a második kioldással nyert a közepesen oldható és a harmadik kioldással nyert a gyengén oldható frakció. A vizsgálati értékeket mg-ban és %-os megoszlásban az 5. ábra szemlélteti.



1. ábra
Kicsérélhető Ca, Mg Mehlich szerint.
1. Ca, 2. Mg



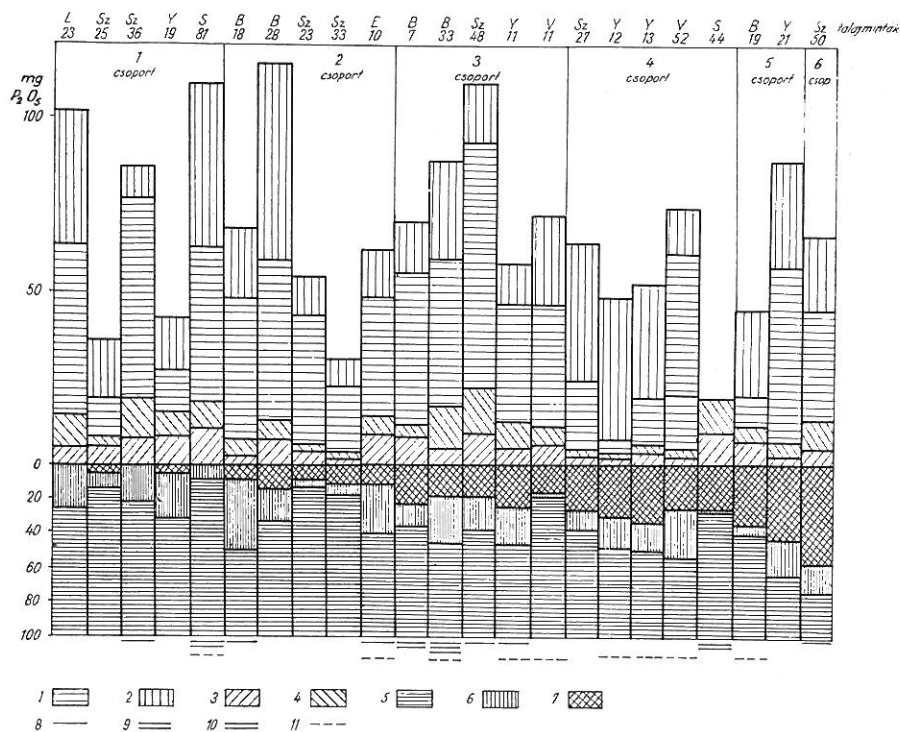
2. ábra
n sósavban oldható Fe₂O₃, Al₂O₃ tartalom



3. ábra
Talajok szén, összes foszfor-, szerves foszfortartalma és szén: szerves foszforaránya.
1. szén, 2. összes foszfor, 3. szerves foszfor, 4. szén: szerves foszforarány!

j) A megkötődési kísérleteket szintén folyamatosan, háromszori kioldással végeztem, oly módon, hogy az első kioldás előtt 10 mg foszforsavat adtam 100 g talajra számítva. A további kioldásoknál foszfátoldatot nem használtam. A nyert eredményeket a 6. ábra mutatja. A bevitt foszforsav a háromszori kioldásnál három csoportra különült: 1. a jól oldódó frakció, mely bevitel után nem kötődött le és az első kioldásnál oldott állapotban mértem, 2. a lazán kötött frakció, mely a talajhoz adás után lekötődött, de a második és harmadik kioldásnál újra oldódott, 3. az erősen kötött frakció, mely hozzáadás után lekötődött és három kioldás után is kötött állapotban maradt.

A bevitt foszforsav lekötött része tehát két frakcióból áll: lazán és erősen kötötthől.



4. ábra

A talajok művelt rétegének foszforfrakciói. 1. szervetlen foszforsav, 2. szerves foszforsav, 3. könnyen oldható foszforsav, 4. közepesen + gyengén oldható foszforsav, 5. a bevitt foszforsav jól oldódó frakciója, 6. a bevitt foszforsav lazán kötött frakciója, 7. a bevitt foszforsav erősen kötött frakciója, 8. 50 cm-ig összes oldható foszforsavval ellátott, 9. 75 cm-ig összes oldható foszforsavval ellátott, 10. 150 cm-ig összes oldható foszforsavval ellátott, 11. 25-90 cm között szerves foszfor felhalmozódás

Az eredmények értékelése

A vizsgálati adatokkal először korrelációs számításokat végeztem, melyeknél az alábbi együtthatókat kaptam:

1. Összes foszforsav: összes oldható foszforsav	$r = ,328 \pm 0,092$
2. Könnyen oldható foszforsav: lazán + erősen kötött foszforsav	$r = -,614 \pm 0,063$
3. Összes oldható foszforsav: erősen kötött foszforsav	$r = -,506 \pm 0,083$
4. Könnyen oldható foszforsav: összes oldható foszforsav	$r = ,940 \pm 0,012$
5. Lazán + erősen kötött foszforsav: erősen kötött foszforsav	$r = ,322 \pm 0,092$
6. Összes oldható foszforsav: lazán + erősen kötött foszforsav	$r = -,439 \pm 0,080$
7. Könnyen oldható foszforsav: lazán kötött foszforsav	$r = -,427 \pm 0,083$

8. Közepesen + gyengén oldható foszforsav:		
	Lazán kötött foszforsav	$r = ,026$
9. R_2O_3 :	Erősen kötött foszforsav	$r = ,464 \pm 0,082$
10. Fe_2O_3 :	Erősen kötött foszforsav	$r = ,334 \pm 0,099$
11. Al_2O_3 :	Erősen kötött foszforsav	$r = ,392 \pm 0,083$
12. (Ca : Mg):	Lazán kötött foszforsav	$r = ,403 \pm 0,092$
13. (Ca : Mg^2):	Lazán kötött foszforsav	$r = ,105 \pm$
14. Összes foszforsav: Szerves foszforsav		$r = ,529 \pm 0,074$
15. Összes foszforsav: Szerves foszforsav %		$r = ,151$
16. Szén: szerves foszforsav		$r = ,353 \pm 0,090$
17. Összes oldható foszforsav: Szerves foszforsav		$r = ,156$
18. (Szerves: szervesetlen foszforsav): Szerves foszforsav		$r = ,488 \pm 0,078$
19. Szén: Összes foszforsav		$r = ,425 \pm 0,084$

Ahol a kimutatásban nincs mérték jelzés, az adatok abszolút mennyiségre vonatkoznak.

Az 1. korrelációs együttható szerint a vizsgált 101 minta összes és oldható foszformennyiségei csak laza összefüggést mutatnak. A 2. együttható két olyan vizsgálati adatsor korrelációját fejezi ki, amelyeknek DWORÁK és VÁRALLYAY munkásságától [5, 14] kezdve a tápanyagviszonyok értékelésénél és a szaktanácsadásban hagyományai vannak hazánkban. Az összes oldható foszforsav és az erősen kötött foszforsav korrelációja (3. korrelációs együttható) az előzőnél gyengébb. Rendkívül szoros az összefüggés az egyszeri és a háromszori kioldással nyert foszforsav között (4. korrelációs együttható), amely azt jelzi, hogy a foszforsav oldódása arányos. Ugyanez az arányosság már jóval gyengébben érvényesül a megkötődési kísérleteknél, amint azt az 5. korrelációs együttható mutatja.

A 6., 7. korrelációs együtthatók kiszámítására azért került sor, mert a 101 minta oldható és lekötött foszforsav vizsgálati adatainak összegezésénél három adatsor tűnt fel, amelyeknek az egyezése rendkívül erős korrelációra látszott utalni. A nyert korrelációs együtthatók a hozzájuk fűzött elképzelést nem váltották be.

A 8. korrelációs együttható lényegében annak a két differenciának az egybevetése, amely az oldódási és megkötődési kísérletekben az egyszeri és a háromszori kioldásból származott. Az együttható jelentéktelen volta utal arra, hogy a foszforsav oldódásánál más mechanizmus játszódik le, mint a megkötődésénél. Ezt jelezte már az 5. korrelációs együttható is a 4.-hez viszonyítva.

A 9–13. együtthatók a megkötődés komplex voltát bizonyítják. Az erősen kötött foszforsav bizonyos mértékben függ az R_2O_3 -nak és komponenseinek az Fe_2O_3 -nak, Al_2O_3 -nak a mennyiségétől, valamint a kicserélhető Ca : Mg arányától, azonban egyéb tényezőket is kell keresni, hogy a foszforsav adszorpcióját meg lehessen magyarázni. A vasra és alumíniumra nézve ezt KAILA is így találta [9]. A kicserélhető Ca : Mg arányát kibővíttem a Mg mennyiségével: (Ca : Mg^2) és így vizsgáltam az összefüggését az erősen kötött foszforsavval, azonban az együttható az egyszerű aránynál is jóval gyengébbnek adódott.

A 14–18. korrelációs együtthatók a szerves foszfornak más tényezőkkel való összefüggés-kereséseit tükrözik. Az öt korrelációs együtthatóból említésre méltó kettő: az egyik az összes és a szerves foszforsavé. Korábbi munkámban hasonló eredményre jutottam rákospatotai Dunaöntésen kialakult talajoknál [7]. KAILA [9] finnországi vályog és silt kultúrta talajoknál 0,53, agyagkötött-

ségű kultúrtaajoknál 0,65 korrelációs koefficienst talált a szerves foszforra. Az összes foszforsav és a szerves foszfor relatív mennyisége között már lazább összefüggés adódott. A másik jelentékenyebb korreláció a szerves: szervesen foszforsav aránya és a szerves foszfor abszolút mennyisége között mutatkozott. A hányados kiszámításánál a szerves foszforból indultam ki, 1-nél nagyobb hányados a szerves foszfor felhalmozódására, 1-nél kisebb pedig a lebontására utal. Még határozottabb hatással van a szerves foszfor változásának az irányára az irodalom szerint [1, 2, 8, 9] a szén: szerves foszforarány. Ettől az aránytól függ, hogy ásványosodás vagy leköttetés van-e túlsúlyban. Kaila finn ásványi kultúrtaajokban a szén: szerves foszfor korrelációs együtthatóját 0,54–0,75 között találta. Az általam vizsgált talajokban, melyek szintén ásványi eredetű kultúrtaajok, a szén: szerves foszfor együtthatója 0,353, összes foszforral 0,425, tehát lazább, mint a finn talajokban. Az eltérés oka talajaink kialakulásának, alapközetünk és éghajlati viszonyaink különbözőségében kereshető. A szerves foszforral kapcsolatban megvizsgáltam még az oldható foszforsavval való korrelációt, mely rendkívül csekélynek mutatkozott. Ez a megállapítás megegyezik Clark, Fried, Dean adataival [2], melyek szerint az oldható foszforsav sem az összes foszforsav, sem a hipobromittal lehasítható szerves foszforsav mennyiségétől nem függ jelentős mértékben. A szerves foszfor és egyéb tényezők közötti nem szoros korrelációk visszavezethetők arra a számtalan faktorra, amely a szerves foszfor forgalmában szerepel.

A mechanikai összetételnek statisztikai feldolgozása az adatok alapján nem látszott indokoltnak. KAILA is szerves foszforral kapcsolatban az agyagra kicsiny együtthatót kapott: 0,11–0,23, altalajban 0,04 [9].

A kapott összefüggések az egyenes egyenletével közelíthetők meg legjobban: $y = a + bx$.

E számítással három egyenletet kaptam.

$$\text{I} \dots\dots\dots y = -0,2224 + 5938x \text{ (7. ábra),}$$

mely egyenletben x a könnyen oldható foszforsav, y az összes oldható foszforsav mennyiségeit jelenti. Az egyenlet segítségével közelítő pontossággal kiszámíthatjuk az egyszerű kioldással kapott foszforsavból a háromszori kioldás mennyiségét.

$$\text{II} \dots\dots\dots y = -20,5622 + 1,0138x \text{ (8. ábra),}$$

mely egyenletben x a lazán + erősen kötött foszforsav, y pedig az erősen kötött foszforsav %os mennyiségét jelenti. Az egyenlet segítségével megközelítő pontossággal kiszámíthatjuk a bevitt foszforsav erősen leköttött mennyiségét.

A könnyen oldható foszforsav és a lazán + erősen kötött foszforsav összefüggését lett volna még célszerű az egyenes egyenletével kifejezni és a megköttött foszforsavat a könnyen oldhatóból számítani, azonban a két adatsor között az összefüggés nem-lineáris (10. ábra).

$$\text{III} \dots\dots\dots y = -72,1163 + 1,3469x \text{ (11. ábra),}$$

mely egyenletben x az összes, y a szerves foszforsav értékei. A rendezést a szerves foszforsav szerint végeztem. Az összes foszforsavból megközelítőleg számíthatjuk a szerves foszforsav mennyiségét.

A vizsgált 101 talajmintát a bevitt foszforsav erősen kötött mennyisége szerint 8 csoportba osztottam. A csoportosításnál azért választottam alapul ezt a foszforfrakciót, mert a talaj valamennyi jellemzője közül legfontosabb-

1. táblázat
A talajok helyszíni vizsgálati adatai és kémhatása

(1) A szelvény száma, típusa, származási helye	(2) Gene- tikai szint	(3) Mélység	(4) Szín	(5) Fizikai talajtípus	(6) Szerkezet	(7) CaCO ₃	(8) Kém- hatás pH	(9) Konkrécio stb.
44. Soroksár. Gyengén humuszos homok, réti talajon		0—20	barna	homok	kötött homokos	pezseg	7,6	
		20—40	világosszürke	homok	homokos	pezseg	7,8	Fe ér
		40—65	barnásszürke	iszapos vályog	tömött	pezseg	8,3	csigahéj
		65—85	szürke	iszap	kenődő	pezseg	8,4	kavics
		85—105	világosszürke	iszap	kenődő	pezseg	8,3	Fe konkrécio
81. Soroksár. Réti csernozjom	A _{sz} A B B/C C	0—25	barnásszürke	homokos vályog	poros	pezseg	8,1	
		25—55	szürke	homokos vályog	tömött	pezseg	8,2	kavics
		55—85	világosbarna	homokos vályog	tömött	pezseg	8,2	állatjártat
		85—100	világosbarna	iszapos homok	tömött	pezseg	8,3	kavics
		100—150	világosszürke	iszapos homok	tömött	pezseg	8,3	kavics, Fe ér
23. Szigetcsép. Jellegtelen homok, réti talajon		0—25	világosbarna	homok	homokos	pezseg	8,1	
		25—60	világesszürke	homok	homokos	pezseg	8,3	
		60—100	világosszürke	homok	homokos	pezseg	8,3	
		100—150	barnásszürke	iszapos finomhomok	tömött	pezseg	8,4	Ca ér

50. Szigetesép. Gyengén humuszos öntés.	0-30	sárgásbarna	iszapos vályog	poros	pezseg	8,2	kavics
	30-50	sárga	iszapos finomhomok	tömött	pezseg	8,3	Ca ér, konkréció
	50-70	szürkésbarna	iszapos finomhomok	tömött	pezseg	8,4	Ca ér, konkréció
	70-110	sárga	iszapos finomhomok	tömött	pezseg	8,3	Ca. konkréció, Fe ér
	110-180	világosszürke	iszapos homok	homokos	pezseg	8,2	Fe ér
	0-20	barna	vályog	poros	pezseg	8,3	
	20-35	szürkésbarna	vályog	tömött	pezseg	8,3	
	35-50	szürkésbarna	iszapos vályog	tömött	pezseg	8,4	
	50-70	sárgásszürke	lösszap	tömött	pezseg	8,6	Fe ér, Ca. konkréció
	70-90	világosszürke	iszap	tömött	pezseg	8,7	Fe ér,
	90-115	világosszürke	iszapos löszóshomok	tömött	pezseg	8,7	Fe ér
10. Erőpuszta. Gyengén humuszos homok, réti öntésén.	115-150	világosszürke	finomhomok	homokos	pezseg	8,5	Fe ér
	0-30	világosbarna	homok	kötött homok	pezseg	8,1	
	30-50	világosbarna	homok	tömött	pezseg	8,0	
	50-80	barnásbarna	homok	tömött	pezseg	8,1	
	80-110	sárga	homok	tömött	pezseg	8,2	
	110-150	sárga	homok	homokos	pezseg	8,2	Fe ér
	A _{sz}						
	A ₁						
	A ₂						
	B ₁						
	B ₂						
C ₁							
C ₂							

I. táblázat folytatása

(1) A szelvény száma, típusa, származási helye	(2) Gene- tikai szint	(3) Mélység	(4) Szín	(5) Fizikai talajtípus	(6) Szerkezet	(7) CaCO ₃	(8) Kém- hatás pH	(9) Konkréció sbb.	
11. Vány. Humuszos homok, réti öntésen.		0—20	világosbarna	homok	homokos	pezseg	8,1		
		20—60	világosbarna	vályogos homok	tömött	pezseg	8,1		
		60—80	szürkésbarna	homokos vályog	tömött	pezseg	8,2	kavics	
		80—100	szürkésbarna	iszapos, homokos vályog	tömött	pezseg	8,3	kavics	
		100—125	világos szürkésbarna	iszapos finomhomok	tömött	pezseg	8,4	Ca-, Fe ér	
		125—150	sárgás világosszürke	finomhomokos iszap	tömött	pezseg	8,5	Fe folt	
	52. Vány. Réti talaj.	Asz	0—25	barnás sötétszürke	vályog	poros morzsás	pezseg	8,2	
		A	25—50	szürke	iszapos vályog	tömött	pezseg	8,2	
		B	50—70	fehéressárga	iszap	tömött	pezseg	8,4	Fe ér
		C ₁	70—90	világosszürke	iszap	tömött	pezseg	8,4	Fe ér
C ₂		90—115	világosszürke	finomhomokos iszap	tömött	pezseg	8,4	Fe ér	
C ₃	115—130	sárgás világosszürke	finomhomokos iszap	tömött	pezseg	8,3	Fe folt		

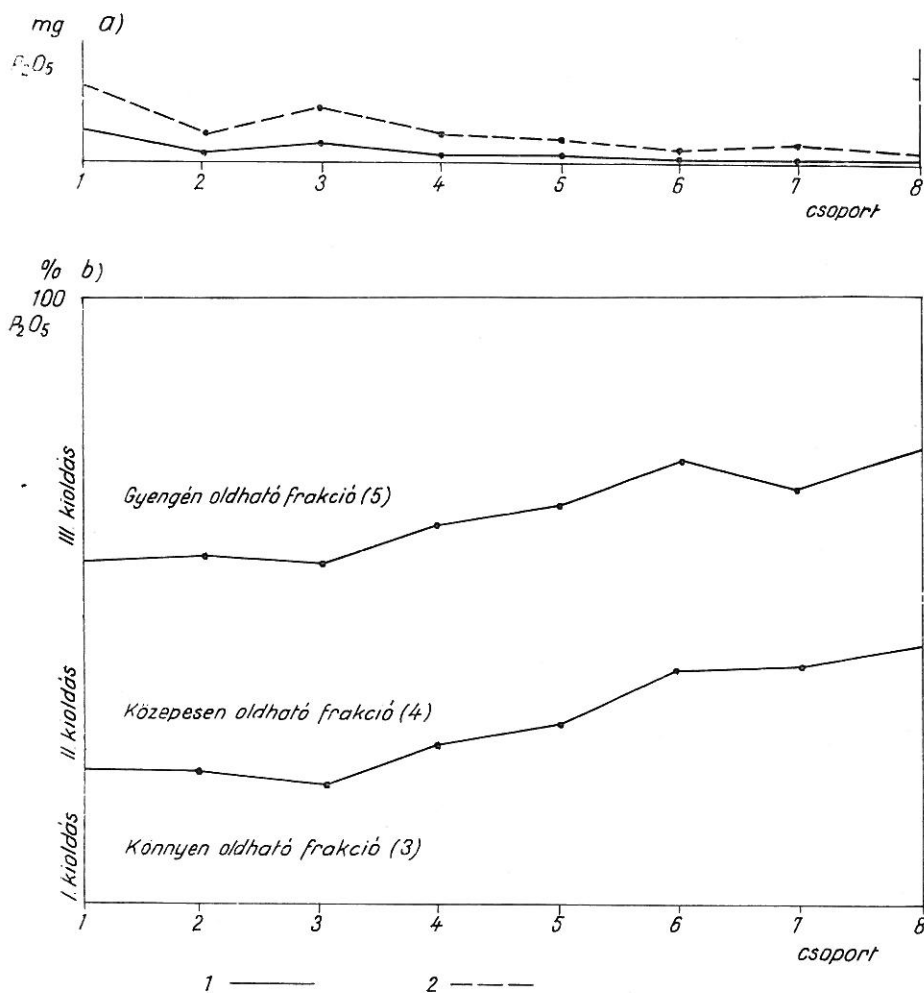
7. Budakeszi. Gyengén erodált, vissza-meszeződött Ramann-féle barna erdőtalaj, löszön.	A _{Sz}	0—40	barna	vályog	poros	pezseg	8,1	
	B ₁	40—70	szürkésbarna	vályog	tömött	pezseg	8,1	Ca ér
	B ₂	70—100	vöröses barnássárga	vályog	tömött	pezseg	8,2	Ca ér
	C	100—150	sárgás világosszürke	homokos vályog	tömött	pezseg	8,3	Ca ér
18. Budakeszi. Csernozjom barna erdőtalaj, löszön.	A _{Sz}	0—40	barna	vályog	apró morzsás	pezseg	8,2	
	B ₁	40—70	barna	vályog	morzsás	pezseg	8,3	
	B ₂	70—80	világosbarna	homokos vályog	tömött	pezseg	8,3	Ca ér
	C	80—150	sárgás világosszürke	vályog	tömött	pezseg	8,2	Ca ér, Ca konkrécio
19. Budakeszi. Közepesen erodált, visszameszeződött barna erdőtalaj, finomhomokon.	B _{Sz}	0—30	világosbarna	vályog	apró morzsás	pezseg	7,8	
	B ₁	30—60	barnászürke	anyagos vályog	diós	pezseg	7,7	Fe ér
	B ₂	60—80	sárgászürke	agyagos vályog	diós	pezseg	8,2	
	C	80—150	sárga	finomhomok	tömött	pezseg	7,7	
28. Budakeszi. Mészlepedékes csernozjom, löszön.	A _{Sz}	0—25	barna	vályog	morzsás	pezseg	8,2	
	A	25—50	barna	vályog	morzsás	pezseg	8,3	Ca ér
	BC	50—75	barnássárga	lössös vályog	tömött	pezseg	8,3	Ca ér
	C	75—150	sárga	löss	tömött	pezseg	8,3	Ca ér, konkrécio

1. táblázat folytatása

(1) A szelvény száma, típusa, származási helye	(2) Gene- tikai szint	(3) Mélység	(4) Szín	(5) Fizikai talajjelenség	(6) Szenkezet	(7) CaCO ₃	(8) Kém- hatás pH	(9) Konkréció stb.
33. Budakeszi. Humuszos hegyláb- hordalék, mészele- pékes csernozjomon.		0—35	világosbarna	vályog	poros	pezseg	8,2	
		35—68	barna	vályog	tömött	pezseg	8,2	
		68—100	szürkésbarna	vályog	morzsás	pezseg	8,3	Ca ér
		100—150	barnászürke	vályog	tömött	pezseg	8,3	Ca ér
11. Budakeszi. (Juliana major). Erősen ero- dált visszameszező- dött Ramann-féle barna erdőtalaj, kar- bonátos kőzetmála- dékön	B _{2sz}	0—20	vörösesbarna	vályog	polédres	pezseg	8,1	
	B ₂	20—45	vörössárga	vályog	tömött	pezseg	8,2	
	C ₁	45—81	sárga	finomhomok	tömött	pezseg	8,2	
	C ₂	81—150	szürkésárga	finomhomokos kőzetmálladék	tömött	pezseg	8,3	kőzet- málladék
12. Budakeszi (Juliana major). Gyengén ero- dált barna erdőtalaj, mészkővön	A ₂	0—30	barna	vályog	poros	nem pezseg	7,4	
	B ₁	30—70	világosbarna	agyagos vályog	diós	nem pezseg	7,4	
	B ₂	70—120	vöröses világosbarna	vályog	diós	nem pezseg	7,4	
	C	120—150	fehéresszürke	mészkő	mészkő	pezseg	8,3	mészkő

13. Budakeszi (Juliana major). Erősen erodált átmeszeződött barna erdőtalaj, kőzetmálladékcon.	B _{isz}	0-25	barna	vályog	morzsás	pezseg	7,9	
	B ₂	25-55	világosbarna	vályog	tömött	pezseg	8,0	
	C ₁	55-100	vörös	vályog	tömött	nem pezseg	7,9	Fe folt
	C ₂	100-150	sárgászörös	vályog	tömött	nem pezseg	7,9	Fe folt
19. Budakeszi (Juliana major). Barna rendzina, Dachstein-i mészkövön.	A _{sz}	0-40	barna	vályog	morzsás	nem pezseg	7,6	
	B	40-60	barna	agyagos vályog	tömött	nem pezseg	7,6	
	C	60-150	szürkésfehér	mészkő	mészkő	pezseg	8,3	mészkő
21. Budakeszi (Juliana major). Humuszos földeskopár		0-25	barna	finomhomokos löszös vályog	poros morzsás	pezseg	8,2	Ca ér
		25-100	világosszürke	finomhomokos lösz	tömött	pezseg	8,2	Ca ér
		100-150	világos barnássárga	löszös finomhomok	tömött	pezseg	8,3	Ca ér

nak a kolloidbázist tartom, amelynek nagysága és tulajdonsága ebben a frakcióban kifejezésre jut. A másik szempont, amiért e frakció szerint osztályoztam, hogy a foszforkérdésből a gyakorlat számára szinte legfontosabb a foszfortrágya érvényesülése, amelyről a kémiai vizsgálatok közül ez ad legjobb tájékoztatást. Az erősen kötött foszforsav frakcióval ellentétes irányú a jól oldódó frakció változása. Az erősen kötött frakció a csoportszámmal nő, a jól oldódó pedig csökken. Az oldható foszforsav mind az egyszeri mind a háromszori kioldással a csoportszámmal általában csökkenő tendenciát mutat. Abban a csoportban a legtöbb az oldható foszforsav, melyben legkevesebb foszforsav kötődött le erősen és megfordítva. A lazán kötött frakció nem mutatott az egyes csoportoknál szignifikáns különbségeket (5., 6. ábra).



5. ábra

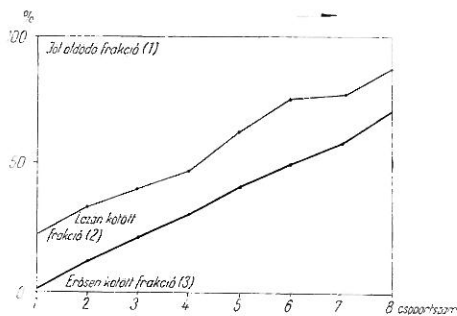
A talajok oldható foszforfrakciói, a) abszolút mennyiségben. b) %-os megoszlásban. 1. Könnyen oldható foszforsav, 2. Összes oldható foszforsav. 3. Könnyen oldható frakció első kioldása, 4. közepesen oldható frakció, második kioldás. 5. Gyengén oldható foszforsav, harmadik kioldás

Az 5. ábra az 1-8 csoport oldódási viszonyait mutatja abszolút mennyiségben és %-os megoszlásban. Amint az ábrán láthatjuk, a második és a harmadik kioldás az oldható foszforsav tekintélyes részét képviseli. Szemlélteti továbbá az ábra, hogy az egyszeri kioldás abszolút mennyisége arányos a háromszori kioldás foszformennyiségével:

$$r = 0,940 \pm 0,012.$$

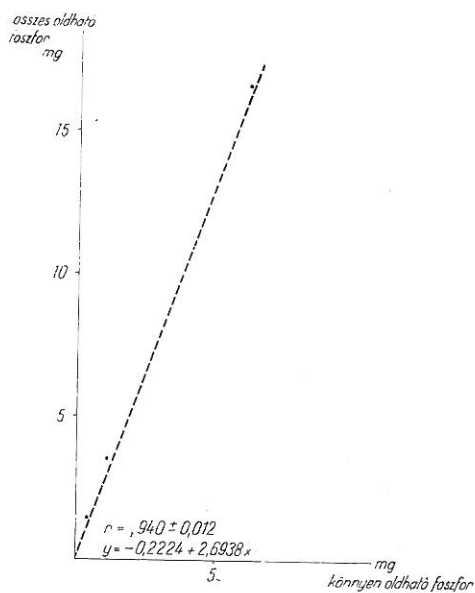
Az 5., 6. ábra szerint az 1-5 csoportban a könnyen oldható foszforsav az összes oldható foszforsav %-ában kevés, a bevitt foszforsav nagy része jól oldódó és az erősen kötött frakció kisebb, ami az oldódás, valamint a megkötődés közötti egyensúlyra való törekvést fejezi ki. Ugyancsak az egyensúlyra való törekvést láthatjuk a 6-8 csoportnál, melyeknél a könnyen oldható foszforsav %-a több, a bevitt foszforsav jól oldódó frakciója kevesebb, az erősen kötött foszforfrakció nagyobb mennyiségű, mint az előző csoportokban.

Az eddig említetteken kívül még a következő lényeges jelenségre hívja fel a figyelmünket ez a két ábra: az 1-5 csoportnál a bevitt foszforsav jól oldódó része közel megegyezik a közepesen és gyengén oldható foszformennyiséggel, a 6-8 csoportnál azonban már jóval kevesebb a jól oldódó frakció a köze-



6. ábra

A bevitt foszforsav frakciói. 1. Jól oldódó frakció. 2. Lazán kötött frakció. 3. Erősen kötött frakció



7. ábra

A talajok könnyen oldható — és összes oldható — foszfortartalma közötti összefüggés

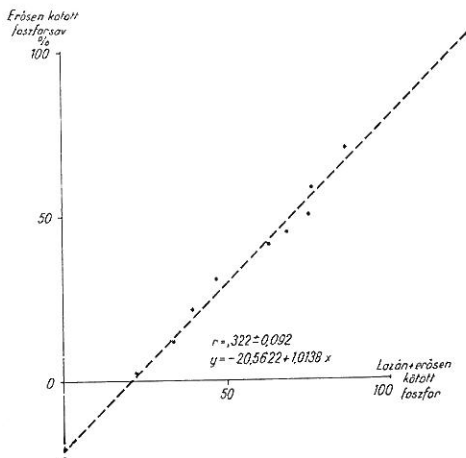
pesen és a gyengén oldható foszforsavval szemben. A %-os oldódási megoszlást figyelembe véve ez a jelenség arra enged következtetni, hogy az 1-5 csoport talajainak a foszforsavfrakciói stabil, a 6-8 csoportbeli talajok foszforsav frakciói pedig labilis egyensúlyi állapotúak.

Az 1-5 és a 6-8 csoportok különbözősége a foszforsav abszolút mennyiségében is megnyilvánul: 1-5 csoportok talajai több foszforsavat tartalmaznak, mint a 6-8 csoportokéi.

Az 1-5, valamint 6-8 csoportok abszolút és relatív oldható foszforsav mennyisége, a bevitt foszforsav megoszlása összefüggést mutat a kicserélhető

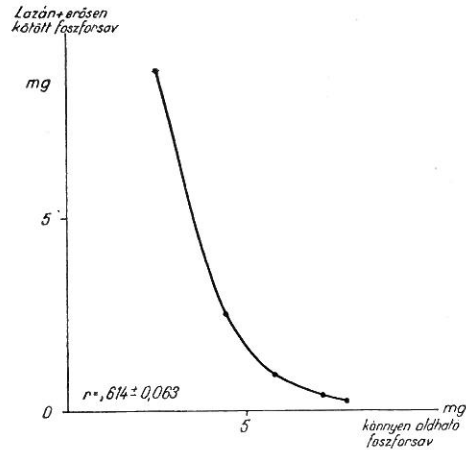
Ca, Mg, a n sósavban oldható Fe_2O_3 , Al_2O_3 mennyiségével. Az oldható foszfor-savnál a legjobb összefüggést a könnyen oldható: az összes oldható foszforsav, a könnyen oldható foszforsav: a lazán + erősen kötött foszforsav között találtam. Viszonylag kevésbé befolyásolta az oldható foszforsav mennyiségét az összes foszforsav.

A szerves foszfor viszont az összes foszforsavval mutatott legjobb korrelációt. A nagyobb összes foszformennyiségeknek általában nagyobb a szerves.



8. ábra

A talajok által lekötött foszforfrakciók közötti összefüggés



9. ábra

A talajok könnyen oldható és a lekötött foszforfrakciói közötti összefüggés

kötésben levő része. Az összefüggés tehát, mint a 11. ábra is szemlélteti, lineáris. A két szélső érték a vizsgált talajokban 0,2–65,2 mg/100 g talaj, illetve 0,8–93,1% az összes foszfor %-ában. A 23 szelvény művelt rétegében a két szélső érték: 8,0 mg, 26,7% (Szigetsép, 33.) — 57,2 mg, 57,2% (Budakeszi 28.), a középtételek 24,5 mg, illetőleg 35,7%. A talajok között csak 9 szelvény van, amelyeknél a művelt réteg tartalmazza a legtöbb szerveskötésű foszfort, ezek: Budakeszi 7., 28., Lakihegy 23., Soroksár 81., Julianna 12., 21., Szigetsép 27., 36., 48. A többi szelvényben valamelyik művelt réteg alatti felhamozódási szint a gazdagabb szerves foszforban. Azok a szelvények, amelyeknek a művelt rétegében találtam a legtöbb szerves foszfort típusra nézve a fenti szelvények sorrendjében a következők: visszameszeződött Ramann-féle barna erdőtalaj, mészlepedékes csernozjom, szolonyeces réti talaj, réti csernozjom, vékonyhumuszszintű, erodált barna erdőtalaj, humuszosodó földeskopár, humuszosodó nyers öntés, gyengén humuszos homok és humuszos öntés.

A felsorolásból kitűnik, hogy a szerves foszfor azok közé a tényezők közé tartozik, amelyek a típussal összefüggést mutatnak. Példa erre még a Budakeszi 33. szelvény, mely hegylábi hordalék felszínhez közeli, mélyhumuszszintű mészlepedékes csernozjomon: ebben a szelvényben az eltemetett szelvény volt A szintje adott legtöbb szerves foszfort.

Egyébként a csoportok szerves foszformennyiségeit a 3. ábra, a művelt rétegeket pedig a 4. ábra tartalmazza.

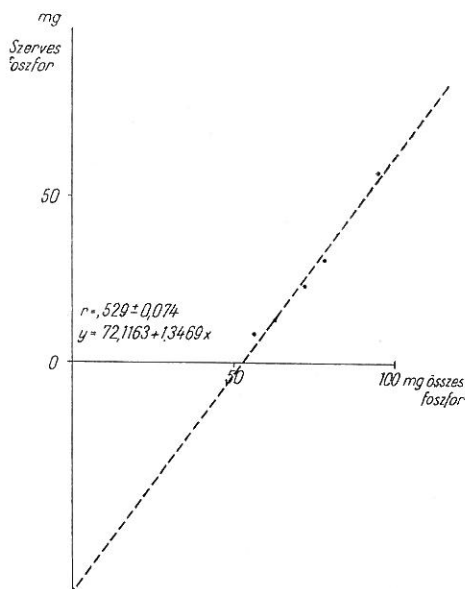
A szerves foszforsav gyakorlati szempontból legfontosabb tulajdonsága, hogy ásványosodik. Az ásványosodás élőlényekkel kapcsolatos, mint ilyen fejlődésnek alávetett: egy bizonyos szintig, ill. ideig növekszik, azután csökken. Ha tudnánk, hogy egy adott idő alatt mennyi szerves foszfor ásványosodik és mennyi szervesen kötődik le biológiailag, akkor teljesebb képünk lenne az illető talaj foszforállapotáról. Sajnos erre vonatkozó irodalmi adataink nincsenek. Pusztán az érlelési kísérletek adnak némi tájékoztatást, a kísérleti körülmények azonban nem azonosíthatók a természetes körülményekkel (hőmérséklet, nedvesség, esetleg egyéb stimuláló anyagok), így ezek a kísérletek valóban csak tájékoztató jellegűek.

A szerves, szervesen kötött foszfor között a határ nem éles, mint tudjuk, egyik a másikba átalakulhat. Egymáshoz való arányukat hányadossal fejeztem ki. Előző vizsgálataimnál ugyanis azt tapasztaltam, hogy azokban a talajokban, amelyekben a szerves foszfor a szervesen kötöttnél kevesebb volt, a szerves foszfor érlelés folyamán könnyen ásványosodott [11]. Ilyen nézőpontból vizsgálva a kérdést, azt találtam, hogy e hányados középértéke

	szerves foszfor mg/100 g talaj	szervesen kötött mg/100 g talaj
5 mintában	8,51	41,5
8 mintában	1,57	33,0
5 mintában	0,96	37,7
36 mintában	0,51	24,9
47 mintában	0,16	9,8

Tehát 101 talajmintából csak 18-ban 1 vagy több a szerves:szervesen kötött foszforsav hányados. A többi talajban a lebontási folyamat az uralkodó. A szerves foszfor és a hányados közötti viszonylag nem szoros ($r = 0,488 \pm 0,078$) korreláció oka, hogy azokban a talajokban, amelyekben a hányados 1 vagy nagyobb, a szerves foszfor mennyisége különböző volt, azonban az 1-nél kisebb hányadosú talajokban a szerves foszfor abszolút mennyisége kevés volt: 36 talajban középérték 24,9, 47 talajban 9,8 mg/100 g talaj. Ez érthető, mert a szerves foszfor lebontásban van. Természetesen az 1-nél nagyobb hányadost mutató talajokban a szerves foszfor relatív mennyisége 50%-nál több.

A vizsgálati adatok közül rendkívül lényeges a szén: szerves foszfor arány. A szén a vizsgált talajokon általában a mélységgel csökken. Ez valószínűleg összefüggésben van a következő két ténnyel: 1. a feltalajt trágyázzuk, 2. gyökérmaradvány is általában a feltalajba kerül be legtöbbször. A szerves foszfor abszolút mennyisége azonban nem feltétlenül a mélységgel csökkenő irányzatú. A vizsgált talajok közül, mint már előbb tárgyaltam, csak 9 szelvény van, amelyekben a művelt réteg tartalmazza a legtöbb szerves foszfort. Tekintettel arra, hogy a hányados egyik tényezője nem csökken a mélységgel, következésképp a szén: szerves foszfor arány sem, hanem a típusnak illetve



10. ábra
A talajok összes foszfor és szerves foszfortartalma közötti összefüggés

változatnak megfelelő menetű a szelvényben. A szén: szerves foszfor arány szélső értékei a feltalajban 7,1—521,9, középértékben 65,1. Rendkívül tág az arány Vány 52. szelvény két felső rétegében 521,9—734,0. Ez a szelvény karbonátos réti talaj, sok foszforszegény (összes foszfor 68,0—74,0 mg/100 g talaj) szervesanyaggal. Legszűkebb a szén: szerves foszfor arány Szigetcsép 27. szelvényben, mely karbonátos nyers öntés — kevés szervesanyaggal, viszonylag sok foszforral (az egész szelvényben összes foszforsav középértékben 84,0 mg) A csoportok szén: szerves foszfor arányai a 3. ábrán láthatók. A görbe alakja kissé balra dülön csúcsos.

A 3. ábrán a szén: szerves foszfor arányon kívül összehasonlítás céljára feltüntettem az arányban szereplő két tényezőt, a szenet és a szerves foszfort valamint az összes foszfort; csoportonként középértékben.

A talajok csoportosítását az alkatrészek mennyiségei szerint végeztem, de ha az alkatrészek mennyiségi változásait egymáshoz való arányukat, összefüggésüket szelvényben szemléljük, a dinamikához jutunk el, ami a típussal együtt a talajok leglényegesebb jellemzője, sajátosságainak és gyakorlati értékelésüknek alapja.

Foglalkoznom kell még az elvégzett vizsgálatok alapján a gyakorlati értékeléssel. E szempontból leglényegesebb a talajok foszforállapotának és foszformegkötőképességének megítélése. Állapot alatt az oldható foszforsav megoszlását, az összes és a szerves foszfor mennyiségét, valamint a szerves foszforral való arányát; a foszformegkötőképességen pedig a talajba adott foszforsav viselkedését (jól oldódó, lazán, erősen kötött) értem. A frakciók mennyisége és aránya az adagolt foszfortrágya érvényesüléséről ad tájékoztatást. Mivel pedig a legjobb foszforállapot esetén is egy idő után szükséges az utánpótlás, így a talajok megkötőképességét igen fontos tulajdonságnak kell tartanunk. Ilyen vonatkozásban kultúrtalajoknál világszerte a művelt réteg jön számításba, mert abba juttatjuk a foszfortrágyát.

A vizsgált 23 szelvény művelt rétegéből 20 az 1—4. csoportba, 3 az 5., illetve 7 csoportba tartozik. Az 1—4. csoportba tartozó talajok a bevitt foszfor-savból 1,6—30,6%-ot, az 5., 7. csoportbeliek pedig 41,5—58,1%-ot kötöttek meg erősen. A 101 talajmintára számított csoportközépértékekkel csaknem megegyeznek a feltalajok csoportközépértékei. Ez utóbbi az 1—4. csoportban 0—34,0%, az 5., 7. csoportban 40,0—51,0%. Összes oldható foszforsav középértéke a művelt rétegekben az 1—4. csoportbeli talajoknál 11,0 és az 5, 7 csoportbelieknél 10,1 mg/100 g talaj. Az 1—4. csoport talajainál a bevitt foszforsav maximum 34,0, az 5., 7. csoport talajainál maximum 58,0%, ami erősen lekötődik. A gyakorlati tervezés számára ezek az adatok jó megközelítést adnak arra nézve, hogy a növények foszfortrágya szükségletét a megkötődési veszteség miatt mennyivel kell emelni.

Hozzá tartozik még a talajok foszforállapotának az értékeléséhez, hogy milyen mélyen tartalmaznak a szelvények kielégítő oldható foszformennyiséget illetve szerves foszforfelhalmozódást (az összes foszfor %-ában 50%-nál több szerveskötésű). Kielégítőnek tekintem az oldható foszforsavat, ha az összes oldható mennyisége minimálisan 5 mg/100 g talaj. A 23 szelvényből hat 50 cm-ig, három 75 cm-ig, egy 150 cm-ig tartalmazott a fenti megfogalmazásban kielégítő mennyiségű foszforsavat. A többi szelvényben csak a művelt réteg, némely esetben még az sem kielégítően ellátott foszforsavval. További finomítás, ha az oldható és a megkötött foszformennyiségek megoszlását is figyelembe vesszük.

A foszfortrágya mennyiségének tervezésénél az egyes növények szükségletén kívül elsősorban az erősen kötött foszformennyiséget és másodsorban az oldható foszforsavat, valamint megoszlását vesszük figyelembe.

A foszforállapot és az utánpótlás képét az tenné teljessé, ha legalább megközelítőleg számszerűen értékelni tudnánk azt a foszformennyiséget, amely egy tenyészidő folyamán szerves kötésből ásványosodik. Ez azonban csak tartamkísérletek formájában volna lehetséges. Ennek hiányában azonban magának a szerves foszfornak a felmérése is rendkívül hasznos, főként abban az esetben, ha az összes foszfornak jelentős része, mert a foszfor szervesanyaghoz kötötten is hozzájárul a talaj szerkezetének fenntartásához, a fitin vassal, alumíniummal ugyanúgy leköttődik, mint a szervesetlen foszforsav, így ha indirekt formában is, de a szervesetlen foszforsav leköttődését csökkenti, s ha szükséges a növények átmeneti foszforhiányát is megoldja, mert ilyen esetben a mikroorganizmusok illetve enzimek defoszforizáló hatást fejtenek ki [4].

Összefoglalás

1. A tanulmányban a foszforsav különböző formáival, illetve oldódásával és megkötődésével foglalkozom. A szervesetlen és szerves foszforsavra 19 korrelációs együtthatót számítottam ki, hogy az oldható, adszorbeált, valamint a szerves foszforsav és tényezői között az összefüggés mértékéről, illetve szoroságáról tájékozódást nyerjek.

2. Három adatpár lineáris összefüggését az egyenes egyenletével fejeztem ki.

3. A vizsgált 23 szelvény 101 mintájának különböző foszforfrakcióit 1-8. csoportra osztva jellemeztem.

A jellemzésben oldható foszforsav három frakciója: a könnyen, közepesen és gyengén oldható; a bevitt foszforsavnak szintén három frakciója: a jól oldódó, a lazán és az erősen kötött szerepel. A csoportosításnál a bevitt foszforsav erősen kötött frakciójából indultam ki.

4. Az oldható foszforsav csak laza összefüggést mutatott az összes foszforsavval: $0,328 \pm 0,092$.

5. A könnyen oldható és az összes oldható foszforsav korrelációs együtthatója magas ($r = 0,940 \pm 0,012$).

6. Az 1-5. csoportban a könnyen oldható foszforsav az összes oldható %-ában kevés, a bevitt foszforsav nagyobb része jól oldódó, a 6-8. csoportban fordítva (5., 6. ábra).

7. Az 1-5. csoportnál a bevitt foszforsav jól oldódó frakciója közel megegyező a közepesen és gyengén oldható foszformennyiséggel, a 6-8. csoportnál már jóval kevesebb (5., 6. ábra).

8. A könnyen oldható és az adszorbeált foszforsav (lazán + erősen kötött) korrelációs együtthatója $-0,614 \pm 0,063$.

9. A szerves az összes foszforsavval adta viszonylag a legjobb összefüggést ($r = 0,529 \pm 0,074$).

10. A szerves, szervesetlen foszforsav arány csak 13 talajmintában utalt a szerves foszforsav felhalmozódására (arány 1-nél nagyobb).

11. A talajok művelt rétegének különböző foszforformái közül a tervezés számára különösen fontos; az összes oldható és az erősen kötött foszforsav.

Érkezett: 1964. augusztus 1.

Irodalom

- [1] BARROW, N. J.: Phosphorus in soil organic matter. *Soil and Fertilizers*. **24**. 169—173. 1961.
- [2] BLACK, C. A. & GORING, C. A. I.: Organic phosphorus in soils. In PIERRE, W. H. & NORMAN, A. G.: *Soil and Fertilizer Phosphorus in Crop Nutrition*. 123. pp. Academic Press. New York. 1953.
- [3] BOWER, C. A.: Separation and identification of phytin and its derivatives from soils. *Soil Sci* **59**. 277—285. 1945.
- [4] CSAPÓ, J.: *Talajtan. Mezőgazd. és Erdészeti kiadó. Bukarest. 1958.*
- [5] DWORÁK, L.: A trágyaszükséglet megállapításának fordulópontjához. *Kísérletügyi Közlem.* **38**. 1—8. 1935.
- [6] FÁBRY, GY.-NÉ & SCHÖNFELD, S.: Összefüggések Dunaöntésen kialakult talajtípusok vízgazdálkodási és foszformegoszlási tulajdonságai között. *Országos Mezőgazd. Minőségvizsgáló Intézet évkönyve*. **5**. 337—350. 1961.
- [7] FÁBRY, GY.-NÉ: A foszforsav biológiai átalakulása barna erdőtalaj területek jellegzetes szelvényében. I. *Agrokémia és Talajtan*. **12**. 407—426. 1963.
- [8] KAILA, A.: Viljelysmaan organisesta fosforista. *Valtion Maat. Julk. Helsinki*. 129. 1951.
- [9] KAILA, A.: Organic phosphorus in Finnish soils. *Soil Sci*. **95**. 38—44. 1963.
- [10] KÜHN, I.: Vizsgálatok a talajok felvehető káli- és foszforsavkészletének megállapítására. *Kísérletügyi Közlem.* **38**. 189—206. 1935.
- [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] *Talaj- és trágyavizsgáló módszerek. Mezőgazdasági kiadó. Budapest. 1962.*
- [14] VÁRALYAY, GY.: Adatok a trágyahatás megítélésének kérdéséhez. *Mezőgazd. Kut.* **6**. 303—308. 1933.

Phosphorus Study to the Genetic Farm Soil Map of the Soroksár Farm of the College for Horticulture and Viticulture

I. FÁBRY

National Institute for Agricultural Quality Testing Department of Soil Science, Budapest

Summary

The Department prepared a genetic farm soil map with a series of cartograms for the Soroksár farm of the College for Horticulture and Viticulture. This phosphorus study is linked with the cartogram of nutrients of the above farm. For the study 23 profiles were chosen from the soil samples collected during the examinations conducted on the spot. The profiles chosen (Table 1) represent the characteristic soils of the farm area.

1. The study deals with the various forms and/or solution and binding of phosphoric acid. 19 correlation coefficients were calculated for inorganic and organic phosphoric acid, to obtain information on the measure and closeness of the correlation between soluble, adsorbed and organic phosphoric acid and its factors.

2. The linear relationship of three pairs of data has been expressed with the equation of the straight line.

3. The various phosphorus fractions of the 101 samples of the 23 profiles examined have been characterized by distributing them into groups 1 to 8.

In this characterization three fractions of soluble phosphoric acid: easily, medium and poorly soluble and also three fractions of the phosphoric acid incorporated: readily soluble, loosely and strongly bound are involved. In this classification we started from the strongly bound fraction of the phosphoric acid introduced.

4. The soluble phosphoric acid showed only a loose correlation with total phosphoric acid: 0.328 ± 0.092 .

5. The correlation coefficient of readily soluble and total soluble phosphoric acid is high ($r=0.940 \pm 0.012$).

6. In the groups 1 to 5 the amount of readily soluble phosphoric acid in per cent of total soluble is low, while the major part of the phosphoric acid introduced is easily soluble; the position is the reverse in the groups 6—8. (Figs. 5., 6.)

7. In the groups 1 to 5 the readily soluble fraction of the incorporated phosphoric acid nearly agrees with the amount of medium and poorly soluble phosphorus; in the groups 6 to 8 it is much less (Figs. 5., 6.).

8. The correlation coefficient between readily soluble and absorbed phosphoric acid (loosely+ strongly bound is -0.614 ± 0.063).

9. The comparatively best correlation was obtained from organic with total phosphoric acid ($r=0.529 \pm 0.074$).

10. The organic: inorganic phosphorus acid ratio pointed only in 13 soil samples to accumulation of organic phosphoric acid (the ratio is higher than 1).

11. Among the various forms of phosphorus of the cultivated layer of the soils for planning the total soluble and the strongly bound phosphorus are of special importance.

12. The quantitative change and the proportion to each other of the components examined in the profile showed a correlation with the soil type or variant respectively.

Table 1. Data of examination on the spot and chemical reaction of the soil. (1) Number, place of origin, type of the profile, (2) Genetic horizon, (3) Depth, (4) Colour, (5) Physical soil species (6) Structure, (7) Reaction, (8) Concretion etc.

Fig. 1. Exchangeable Ca., Mg. according to Mehlich 1. Ca., 2. Mg.

Fig. 2. Hydrochloric acid soluble Fe_2O_3 , Al_2O_3 content.

Fig. 3. Carbon, total phosphorus, organic phosphorus content and carbon to organic phosphorus ratio of the soils. 1. carbon, 2. total phosphorus, 3. organic phosphorus, 4. carbon to organic phosphorus ratio.

Fig. 4. The phosphorus fractions of the cultivated layer of the soils. 1. inorganic phosphoric acid, 2. organic phosphoric acid, 3. readily soluble phosphoric acid, 4. medium + poorly soluble phosphoric acid, 5. readily soluble fraction of phosphoric acid incorporated, 6. loosely bound fraction of phosphoric acid incorporated, 7. strongly bound fraction of phosphoric acid incorporated, 8. provided with total soluble phosphoric acid up to 50 cm. 9. provided with total soluble phosphoric acid up to 75 cm. 10. provided with total soluble phosphoric acid up to 150 cm. 11. organic phosphorus accumulation between 25 and 90 cm.

Fig. 5. Soluble phosphorus fractions of the soil *a)* in absolute quantity *b)* in per centual distribution, 1. Readily soluble phosphoric acid, 2. total soluble phosphoric acid, 3. Readily soluble fraction, first release, 4. Medium soluble fraction, second release, 5. Poorly soluble phosphoric acid, third release.

Fig. 6. The fractions of phosphoric acid incorporated. 1. Readily soluble fraction, 2. Loosely bound fraction, 3. Strongly bound fraction.

Fig. 7. Correlation between readily soluble (abscissa) and total soluble (ordinata) phosphorus content of the soils.

Fig. 8. Correlation between phosphorus fractions bound by the soils (abscissa). Loosely and strongly bound phosphoric acid (ordinata). Strongly bound phosphoric acid.

Fig. 9. Correlation between readily soluble and bound phosphorus fractions of the soils.

Fig. 10. Correlation between total and organic phosphorus content of the soils. Total phosphorus mg (abscissa).

Phosphorstudie zur genetischen Betriebsbodenkarte des Wirtschaftsbetriebes Soroksár der Hochschule für Garten- und Weinbau

I. FÁBRY

Landesinstitut für Landwirtschaftliche Qualitätsprüfung, Abteilung für Bodenkunde, Budapest

Zusammenfassung

Die obige Abteilung verfertigte eine genetische Betriebsbodenkarte des Wirtschaftsbetriebes Soroksár der Hochschule für Garten- und Weinbau, nebst einer Serie von Kartogrammen. Die vorliegende Phosphorstudie knüpft sich an das Nährstoffkartogramm dieses Betriebes. Zum Studium wurden von den bei an Ort und Stelle vorgenomme-

nen Untersuchungen eingesammelten Bodenproben 23 Bodenprofile ausgewählt. Die ausgewählten Profile (Tab. 1) stellen die charakteristischen Böden des Gebietes des Wirtschaftsbetriebes dar.

1. Die Studie befasst sich mit den verschiedenen Formen bzw. Lösung und Bindung der Phosphorsäure. Für die anorganische und organische Phosphorsäure wurden 19 Korrelations-Koeffizienten berechnet, um über das Ausmass bzw. Engeheit des Zusammenhanges zwischen der löslichen, adsorbierten sowie organischen Phosphorsäure und ihren Faktoren eine Information gewinnen zu können.

2. Der lineare Zusammenhang von drei Angabenpaaren wurde mit der Gleichung der Geraden ausgedrückt.

3. Die verschiedenen Phosphorfractionen der 101 Proben der geprüften 23 Profile wurden auf Gruppen 1 bis 8 aufgeteilt gekennzeichnet.

In der Kennzeichnung figurieren drei Fractionen der löslichen Phosphorsäure: die leicht, mittelmässig und schwach lösliche, sowie ebenfalls drei Fractionen der eingeführten Phosphorsäure: die gut lösliche, die lose und stark gebundene. Bei der Gruppierung bildete die stark gebundene Fraktion der eingeführten Phosphorsäure den Ausgangsprodukt.

4. Die lösliche Phosphorsäure zeigte nur losen Zusammenhang mit der Gesamt-Phosphorsäure: $0,328 \pm 0,092$.

5. Der Korrelations-Koeffizient der leicht löslichen und der gesamten löslichen Phosphorsäure ist hoch ($r=0,940 \pm 0,012$).

6. In den Gruppen 1—5 ist die Menge der leicht löslichen Phosphorsäure in Prozenten der gesamten löslichen Phosphorsäure gering, der überwiegende Teil der eingeführten Phosphorsäure ist leicht löslich; in den Gruppen 6 bis 8 verhält sich die Sache umgekehrt (Abb. 5., 6.)

7. In den Gruppen 1—5 ist die leicht lösliche Fraktion der eingeführten Phosphorsäure annähernd übereinstimmend mit der mittelmässig und schwach löslichen Phosphormenge, während sie bei den Gruppen 6—8 bereits viel weniger beträgt (Abb. 5., 6.)

8. Der Korrelations-Koeffizient zwischen der leicht löslichen + adsorbierten Phosphorsäure einerseits und der lose + stark gebundenen andererseits beträgt $-0,614 \pm 0,063$.

9. Die verhältnismässig beste Korrelation ergab die organische mit der Gesamt-Phosphorsäure ($r=0,529 \pm 0,074$).

10. Das Verhältnis zwischen organischer und anorganischer Phosphorsäure deutete nur in 13 Bodenproben auf eine Akkumulation von organischer Phosphorsäure (Verhältniszahl über 1).

11. Von den verschiedenen Phosphorformen der Ackerkrume der Böden ist für die Planung die gesamte lösliche und die stark gebundene Phosphorsäure besonders wichtig.

12. Die quantitative Veränderung der untersuchten Komponenten sowie deren gegenseitiges Verhältnis im Bodenprofil zeigte eine Korrelation mit dem Bodentyp bzw. der Variante.

Tab. 1. Die an Ort und Stelle erhaltenen Untersuchungsangaben bzw. Reaktion der Böden. (1) Nummer, Ursprungsort und Typ des Profils, (2) Genetischer Horizont, (3) Tiefe, (4) Farbe, (5) Physikalische Bodenart, (6) Struktur, (7) Reaktion, (8) Konkretion, usw.)

Abb. 1. Austauschbares Ca, Mg nach Mehlich. 1. Ca, 2. Mg.

Abb. 2. Salzsäurelöslicher Fe_2O_3 , Al_2O_3 -Gehalt.

Abb. 3. Kohle-, Gesamtphosphor-, organischer Phosphorgehalt und Kohle: organischer Phosphor-Verhältnis der Böden. 1. Kohle, 2. Gesamtphosphor, 3. organischer Phosphor. 4. Kohle: organischer Phosphor-Verhältnis.

Abb. 4. Die Phosphorfractionen der Ackerkrumen der Böden. 1. anorganische Phosphorsäure, 2. organische Phosphorsäure, 3. leicht lösliche Phosphorsäure, 4. mittelmässig + schwach lösliche Phosphorsäure, 5. gut lösliche Fraktion der eingeführten Phosphorsäure, 6. lose gebundene Fraktion der eingeführten Phosphorsäure, 7. stark gebundene Fraktion der eingeführten Phosphorsäure, 8. bis 50 cm mit gesamter löslicher Phosphorsäure versehen, 9. bis 75 cm mit gesamter löslicher Phosphorsäure versehen, 10. bis 150 cm mit gesamter löslicher Phosphorsäure versehen, 11. zwischen 25 und 90 cm organische Phosphorakkumulation.

Abb. 5. Die löslichen Phosphorfractionen der Böden a) in absoluten Mengen, b) in prozentualer Verteilung. 1. leicht lösliche Phosphorsäure, 2. Gesamte lösliche Phosphorsäure, 3. leicht lösliche Fraktion, erste Auslösung, 4. mittelmässig lösliche Fraktion, zweite Auslösung, 5. schwach lösliche Phosphorsäure, dritte Auslösung.

Abb. 6. Die Fraktionen der eingeführten Phosphorsäure. 1. Gut lösliche Fraktion, 2. lose gebundene Fraktion, 3. stark gebundene Fraktion.

Abb. 7. Korrelation zwischen leicht löslichem und gesamtem löslichen. Phosphorgehalt der Böden.

Abb. 8. Korrelation zwischen den durch die Böden gebundenen Phosphorfraktionen. (1) Lose und stark gebundene Phosphorsäure, (2) stark gebundene Phosphorsäure.

Abb. 9. Korrelation zwischen den leicht löslichen und gebundenen Phosphorfraktionen der Böden.

Abb. 10. Korrelation zwischen dem Gesamtphosphor- und organischem Phosphorgehalt der Böden. Gesamtphosphor mg.

Изучение форм фосфорной кислоты, их растворимости и процессов связывания в почвах Шорокшарского Учхоза ВУЗа Садоводства и Виноградарства при составлении крупномасштабной генетической почвенной карты

И. ФАБРИ

Отдел Почвоведения Государственного Института по Контролю Качества Почв и с. х. Продуктов, Будапешт

Резюме

Нашим отделом была составлена крупномасштабная генетическая почвенная карта и серия картограмм для Шорокшарского Учхоза ВУЗа Садоводства и Виноградарства. Наши исследования по содержанию фосфора в почвах вышеназванного Учхоза дополняют картограммы содержания питательных веществ. Для анализа брались образцы из 23-х почвенных разрезов, характерных для почв данной территории. (Табл. 1.).

1. Изучали различные формы фосфорной кислоты, их растворимость и процессы связывания. Вычислили 19 коэффициентов корреляции для минеральных и органических форм фосфорной кислоты с целью определения степени зависимости между формами растворимой, адсорбированной и органической фосфорной кислоты и факторами, влияющими на изменение этих форм.

2. Линейная зависимость между этими тремя значениями выражалась уравнением прямой.

3. Различные фракции фосфора, определенные из 101 образца 23-х почвенных разрезов, разделили на восемь групп, для более подробной их характеристики. Для характеристики выделили три фракции растворимой фосфорной кислоты: легко-растворимая, средне-растворимая и слабо-растворимая. В почву вносили три фракции фосфорной кислоты, а именно: хорошо-растворимую, рыхло-связанную и прочно-связанную. При группировке исходной являлась прочно-связанная фракция фосфорной кислоты.

4. Между растворимой фосфорной кислотой и общим содержанием фосфорной кислоты в почве наблюдалась слабая зависимость: $0,328 \pm 0,092$.

5. Коэффициент корреляции между легко-растворимой фракцией и общим содержанием растворимой фосфорной кислоты имеет высокое значение ($r = 0,940 \pm 0,012$).

6. В 1—5 группах имеется незначительное количество легко-растворимой фосфорной кислоты, выраженной в % от общего содержания растворимой фосфорной кислоты, большая часть, внесенной в почву фосфорной кислоты хорошо растворяется. В 6—8 группах наблюдается обратное явление. (Рис. 5, 6).

7. В 1—5 группах количество легко-растворимой фракции, внесенной в почву фосфорной кислоты, приблизительно соответствует содержанию в ней слабо- и средне-растворимой фракции, а в группах 6—8 наблюдается значительное снижение содержания легко-растворимой фракции. (Рис. 5, 6).

8. Коэффициент корреляции между легко-растворимой и адсорбированной формами фосфорной кислоты (рыхло- и прочно-связанные формы) равен $0,614 \pm 0,063$.

9. Самая высокая корреляция наблюдается между органической фракцией и общим содержанием фосфорной кислоты. ($r = 0,529 \pm 0,074$).

10. Соотношение органической и неорганической фосфорной кислоты в 13-ти почвенных образцах указывало на накопление органической фосфорной кислоты в почве. (соотношение больше 1).

11. Из различных форм фосфора содержащиеся в пахотном слое почвы, при планировании урожая сельскохозяйственных культур особенно важное значение имеет общее количество растворимой и прочно-связанной фосфорной кислоты.

12. Количественные изменения и соотношение разных фракций фосфорной кислоты в почве находятся в зависимости от разновидности или типа почвы.

Табл. 1. Данные полевых исследований почвы и значение рН. (1) Номер разреза, местоположение разреза и тип почвы. (2). Генетический горизонт. (3) Глубина взятия образца. (4) Окраска. (5) Механический состав. (6) Структура. (7) Реакция среды. (8) Включения и т. д.

Рис. 1. Обменный кальций и магний по Мелиху. 1. Кальций. 2. Магний.

Рис. 2. Количество растворимых в нормальной соляной кислоте Fe_2O_3 и Al_2O_3 .

Рис. 3. Количество углерода, общего фосфора, органического фосфора и углерод: органический фосфор. 1. Углерод. 2. Общий фосфор. 3. Органический фосфор. 4. Углерод: органический фосфор.

Рис. 4. Фракции фосфора в пахотном горизонте почвы. 1. Количество неорганической фосфорной кислоты. 2. Количество органической фосфорной кислоты. 3. Легко-растворимая фосфорная кислота. 4. Количество средне- и слабо-растворимой фосфорной кислоты. 5. Легко-растворимая фракция внесенной в почву фосфорной кислоты. 6. Рыхло-связанная фракция внесенной в почву фосфорной кислоты. 7. Прочно-связанная фракция внесенной в почву фосфорной кислоты. 8. Слой почвы обеспеченный до глубины 50 см. растворимой фосфорной кислотой. 9. Слой почвы обеспеченный до глубины 75 см. растворимой фосфорной кислотой. 10. Слой почвы обеспеченный до глубины 150 см. растворимой фосфорной кислотой. 11. Накопление органического фосфора в горизонте 25—90 см.

Рис. 5. Растворимые фосфорные фракции почвы. а) В абсолютных количествах. в) Процентное распределение. 1. Легко-растворимая фосфорная кислота. 2. Общее количество растворимой фосфорной кислоты. 3. Легко-растворимые фракции фосфорной кислоты, первая вытяжка. 4. Средне-растворимые фракции фосфорной кислоты, вторая вытяжка. 5. Слабо-растворимые фракции фосфорной кислоты, третья вытяжка.

Рис. 6. Фракции внесенной в почву фосфорной кислоты. 1. Легко-растворимая фракция. 2. Рыхло-связанная фракция. 3. Прочно-связанная фракция.

Рис. 7. Зависимость между количеством легко-растворимой фосфорной кислоты и общим содержанием растворимой фосфорной кислоты в почве.

Рис. 8. Корреляция между связанными почвой фракциями фосфора. Рыхло- и прочно-связанная фосфорная кислота. Прочно-связанная фосфорная кислота.

Рис. 9. Зависимость между легко-растворимой (1) и адсорбированной фракциями фосфора в почве.

Рис. 10. Корреляция между общим содержанием фосфора и органическим фосфором в почве. Общее содержание фосфора в мг.