

## A talajsajátságok időszakos változásairól

SIK KÁROLY és SCHÖNFELD SÁNDOR

Agrokémiai Kutató Intézet Trágyázástani Osztálya, Budapest

### A vizsgálatok tárgya

A laboratóriumi talajvizsgálatok eredményeiről hosszú időn át az a felfogás uralkodott a szakemberek körében, hogy ezek az adatok, meghatározásukat követően, néhány évig mindenesetre helytállóak, nem változnak számottevő mértékben, tehát trágyázási és általában talajgazdálkodási szaktanácsok, illetőleg rendszabályok alapjául szolgálhatnak. Ismeretes volt ugyan, hogy a talaj mikrokozmoszában — s ezzel kapcsolatosan pH-számában, valamint könnyen oldható N-tartalmában is — fellépnek bizonyos időszaki változások; úgyszintén, hogy a nedves talaj kiszáradása befolyással van a pH-számok alakulására (8) és a csiraszámra (7), de nem-igen állottak rendelkezésre olyan adatok, amelyek felvilágosítást nyújtottak volna arra nézve, vajjon valamely laboratóriumi módszerrel meghatározott oldható  $P_2O_5$  és  $K_2O$  mennyiségében nem lépnek-e fel hasonló ingadozások. Az ilyesmit a szakemberek nagy része valószínűtlennek tartotta. Azok a szórványos vizsgálati eredmények, amelyek jelentékeny változásokról számoltak be az idő — még pedig rövid időközök — folyamán, nem-igen keltettek figyelmet. V á r a l l y a y 1939-ben összegyűjtötte az idevágó tapasztalatok legnagyobb részét és ellenőrző vizsgálatokat is végzett több talajmintán (13, 14), eredményei azonban, egyes esetektől eltekintve, nem igazolták az említett külföldi megfigyeléseket.

Megemlítendő még, hogy K r e y b i g már régebben észlelte az oldható tápanyagtartalom időbeli ingadozásait s az általa annakidején kezdeményezett országos talajtérképészeti akcióban érvényre is juttatta azt az álláspontját, hogy a talajtérképek ne az oldható, hanem az összes tápanyagtartalmakat tüntessék fel.

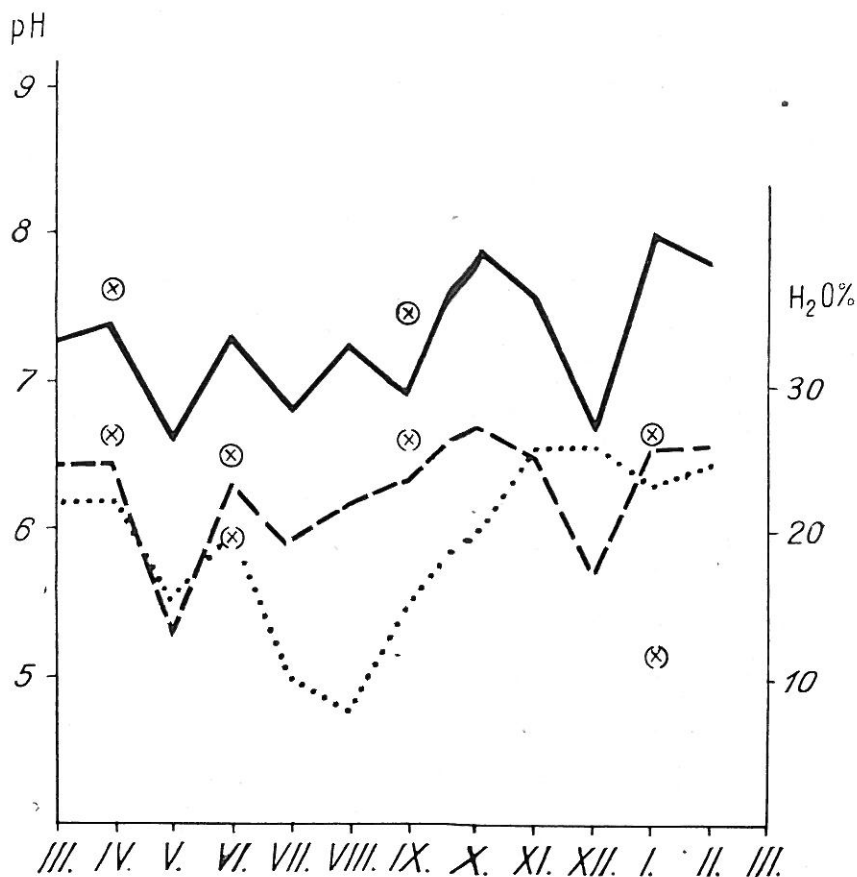
Ilyen előzmények után kezdtük meg a tápanyagok változásának kutatását 1949-ben.

### Vizsgálati anyag és módszerek

Az 1949. év folyamán 4-szer — az I., IV., VI. és IX. hónapban — vettünk fel — és altalajmintát az ország területének 11 különböző vidékén, mindig ugyanarról a helyről. A mintákat légmentesen záró »Rex«-üvegekbe vettük, hogy egyrészt ne száradjanak ki, másrészt ne menjenek végbe azokban oxidációs változások; a talajok tehát kb. eredeti állapotukban kerültek vizsgálatra. Ennek lefolytatása után a szokásos módon kiszáritottuk a talajmintákat, előkészítettük őket (törés, szitálás útján) és ilyen — légszáraz — állapotban is megvizsgáltuk.

A következő alkatrészeket határoztuk meg:

Kötöttségi szám; hidrolitos aciditás; összes humusztartalom (KMnO<sub>4</sub>-os oxidáció útján); kicserélhető  $K_2O$  P r e t t e n h o f f e r szerint — az első mintavétel alkalmával.

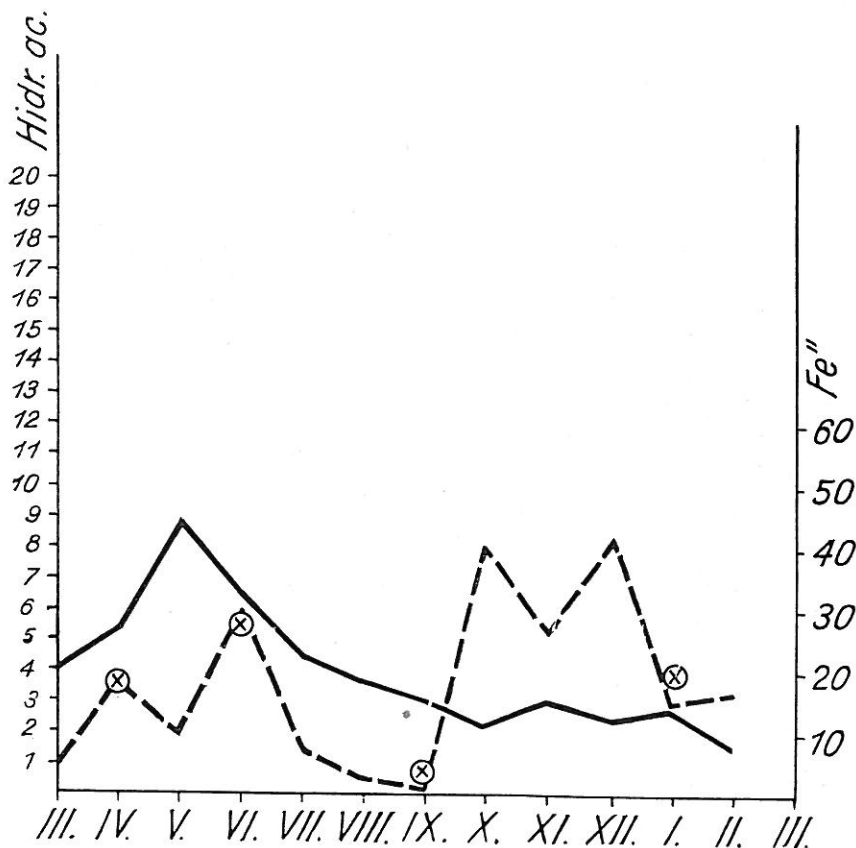


1. ábra

Hényelpusztá. A pH-számok változása 12 hónap folyamán, az eredeti nedvességű talajban. pH H<sub>2</sub>O = —, pH KCl = ----, H<sub>2</sub>O % = ..... A különálló kis körök az 1949. évi adatok: teljes kör = vízes, megszakított kör = KCl és pH

Vízes és KCl-es pH-szám, valamint oldható és abszorbeált P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> minden mintavételkor. A pH-t a kinhidronos módszerrel mértük, a foszforsav meghatározásához az általunk korábban módosított E g n é r -féle eljárást használtuk: 2 × 1 órás kirázás 24 ó alatt oly laktát-oldattal, melyhez a talaj jellege szerint változó mennyiségű HCl-t adtunk, hogy a szuszpenzió pH-ja mindig lehetőleg pontosan 4 legyen. Ez okból, ha a talaj meszes volt, természetesen minden alkalommal meg kellett állapítanunk a CaCO<sub>3</sub> %-os mennyiségét.

Mindezeket a vizsgálatokat elvégeztük úgy az eredeti nedves, mint a légszáraz talajmintákon. Csak az eredeti nedvességű mintát vizsgáltuk meg oldható vastartalomra; ennek kioldását n/5 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-gyel végeztük (figyelemmel az esetleges mésztartalomra); meghatároztuk a ferri-vas mennyiségét az eredeti kivonatban és KMnO<sub>4</sub>-el történt feloxidálása után is, ily módon kiszámíthattuk a ferro-vas meny-



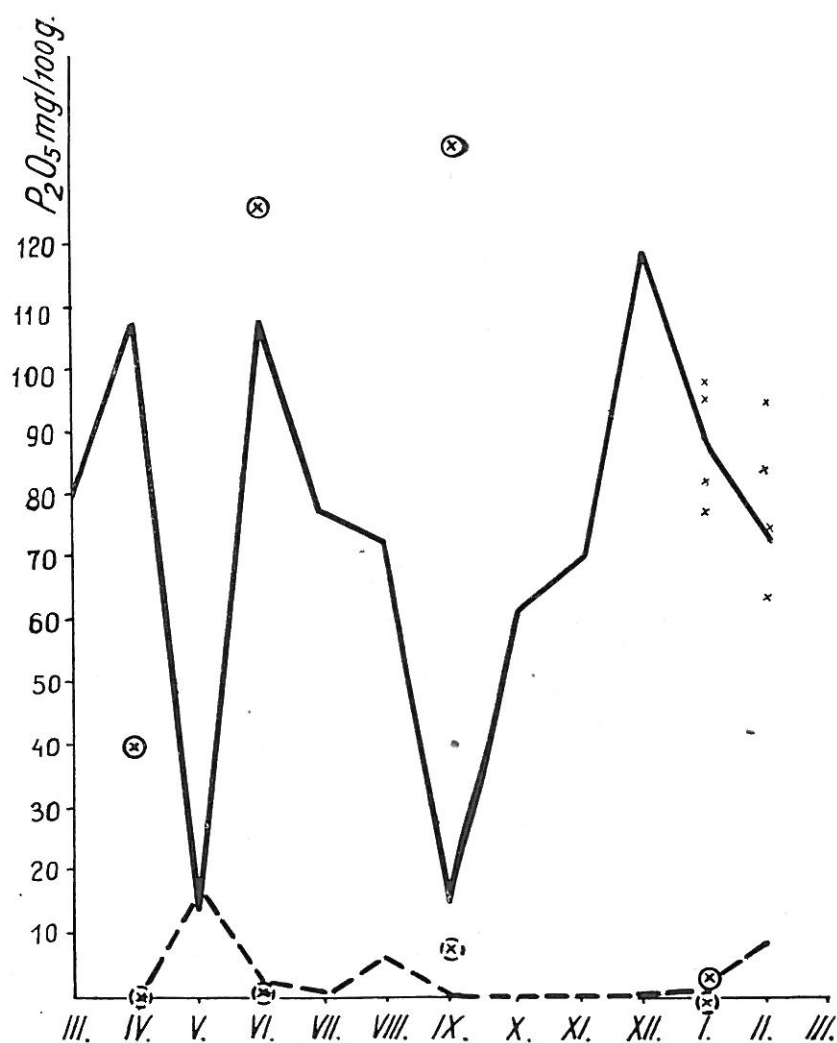
2. ábra

Hényelpusztá. A hidrolitos aciditás és az összes oldható vastartalom %-aiban megadott  $\text{Fe}''$ -tartalom változásai 12 hónap folyamán, az eredeti nedvességű talajban. Hidr. ac. = —;  $\text{Fe}''$  = - - - -

nyiségét. A talaj kirázását és a szuszpenzió leszűrését  $\text{CO}_2$  atmoszférában végeztük ( $\text{KHCO}_3$  hozzáadással), hogy lehetőleg megakadályozzuk az oxidációt. A  $\text{Fe}''$  kimutatására a rodánreakciót használtuk fel, fotométerrel mérve a színmélységet.

A foszforsavadszorbcio vizsgálatára vonatkozólag meg kell még jegyeznünk, hogy a fentemlített laktát-sósavas oldószerhez annyi  $\text{P}_2\text{O}_5$ -öt adtunk, amennyi 100 mg-nak felelt meg 100 g talajra vonatkoztatva.

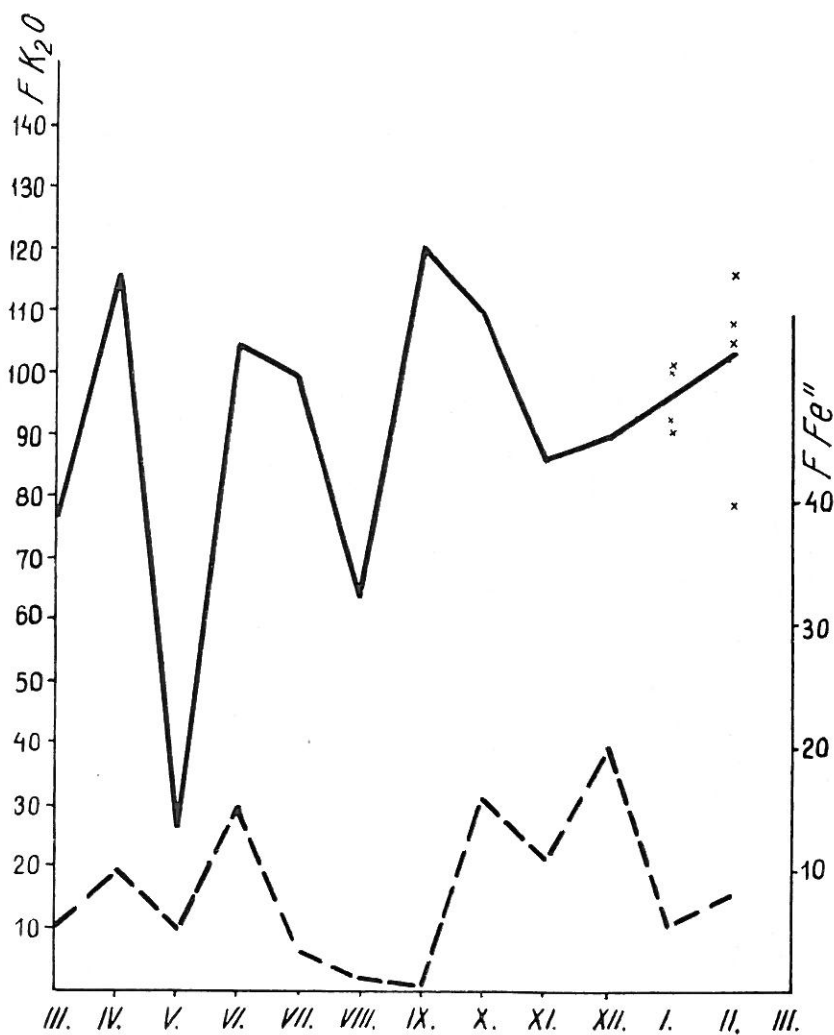
Az 1950—51-es időszakban vizsgálataink metodikájában több változtatást eszközöltünk az előző év tapasztalatainak figyelembevételével. Így a mintákat nem egy-egy helyről vettük, hanem kb.  $10 \times 10$  m területű négyzet 5—5 pontjáról. (A négyzet természetesen mind a 12 hónap folyamán azonos volt.) Az 5—5 helyről vett mintákat egy-egy Rex-üvegben egyesítettük — külön a fel- és külön az általa-



3. ábra

Hényelpusztá. Az oldható és adszorbeált  $P_2O_5$  mennyiségének változása 12 hónap folyamán, az eredeti nedvességű talajban. Oldható  $P_2O_5$ , mg/100 g = —, adszorbeált  $P_2O_5$ , mg/100 g = - - - - -. A különálló kis körök az 1949. évi adatokat jelzik; teljes kör = oldható, megszakított kör = adszorbeált  $P_2O_5$ .

jokat. Ezenkívül 1951. II. hóban, a talajhomogenitás mértékének ellenőrzése céljából 4—4 külön mintát vettünk a kísérleti területről s ezeket külön-külön vizsgáltuk. 1950—51-ben az eredeti 11 mintavételi helyet 4-re csökkentettük, hogy a sokrétű és terjedelmes vizsgálati anyagot egyéb témáink mellett a szükséges időközökben azonnal feldolgozhassuk. A vizsgálati eljárásokban annyi volt a változás, hogy a

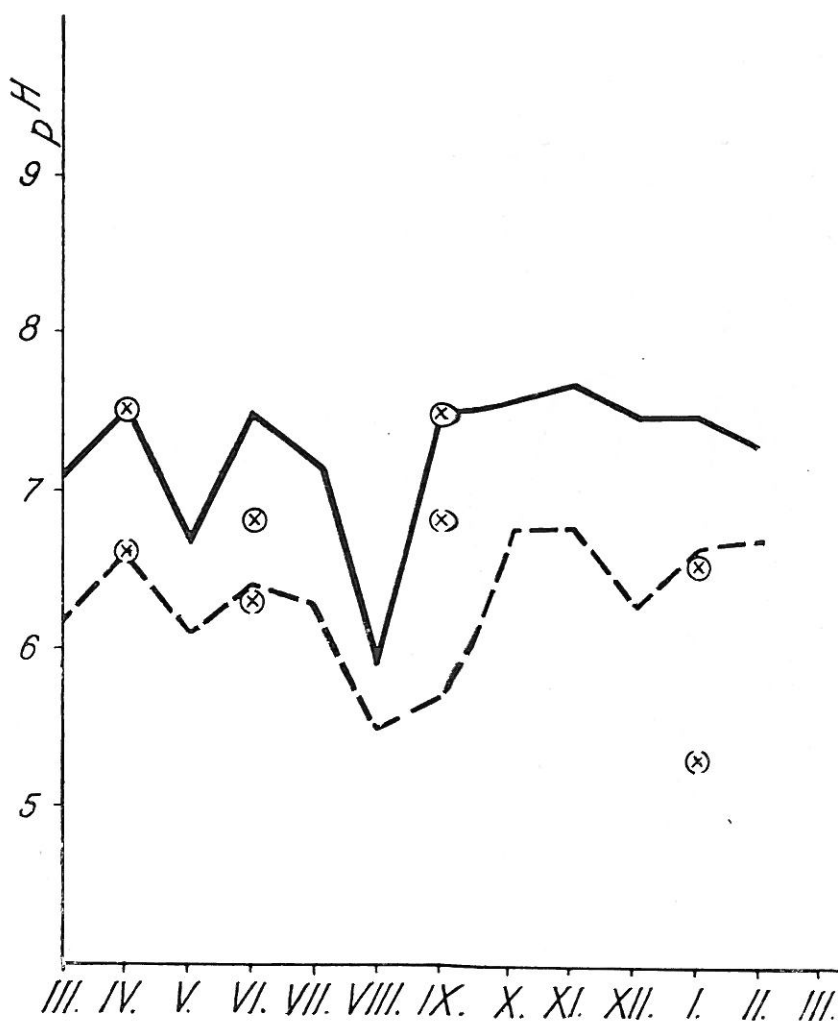


4. ábra

Hénylpuszta. A kicserélhető K<sub>2</sub>O és a Fe<sup>++</sup>-vas mennyiségének változása 12 hónap folyamán, az eredeti nedvességű talajban. K<sub>2</sub>O mg/100 g = —; Fe<sup>++</sup> mg/100 g = - - - - -.

meghatározásokat kiterjesztettük a hidrolitos aciditás és az oldható K<sub>2</sub>O értékeire is, minthogy néhány tájékoztató vizsgálat azt mutatta, hogy ezek is változnak, ellentétben egyes régebbi megfigyelésekkel.

A mintavételt és a vizsgálatokat 1950. III.-tól—1951. II.-ig bezárólag minden hónap 2. felében (20—25-ike körül), tehát összesen 12-szer végeztük el.

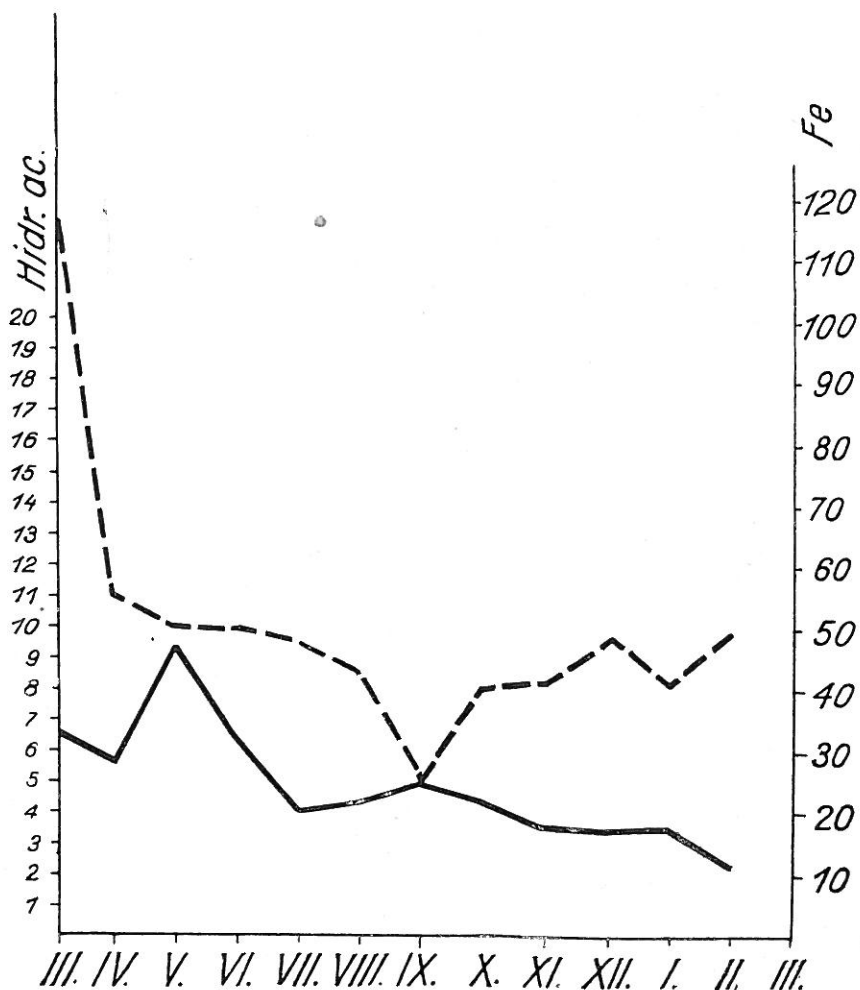


5. ábra

Hényelpusztá. A pH-számok változása 12 hónap folyamán, a légszáraz talajban. pH H<sub>2</sub>O = —  
pH KCl = - - - - -

### Vizsgálati eredmények áttekintése

Az 1949-ben végzett vizsgálatainkból kitént, hogy a meghatározott adatok valamennyi vizsgált minta esetén többé-kevésbé jelentékeny ingadozást mutattak az idő folyamán. Több száz %-os eltérések — pl. az oldható foszforsavtartalomban —, nem tartoztak a kivételek közé. A változások általában erősen hullámzóknak bizonyultak, a fel- és altalajokban nagyjából párhuzamosan folytak le, azonban határozott tendencia felismerését nem tették lehetővé. Nagyjából megállapítható

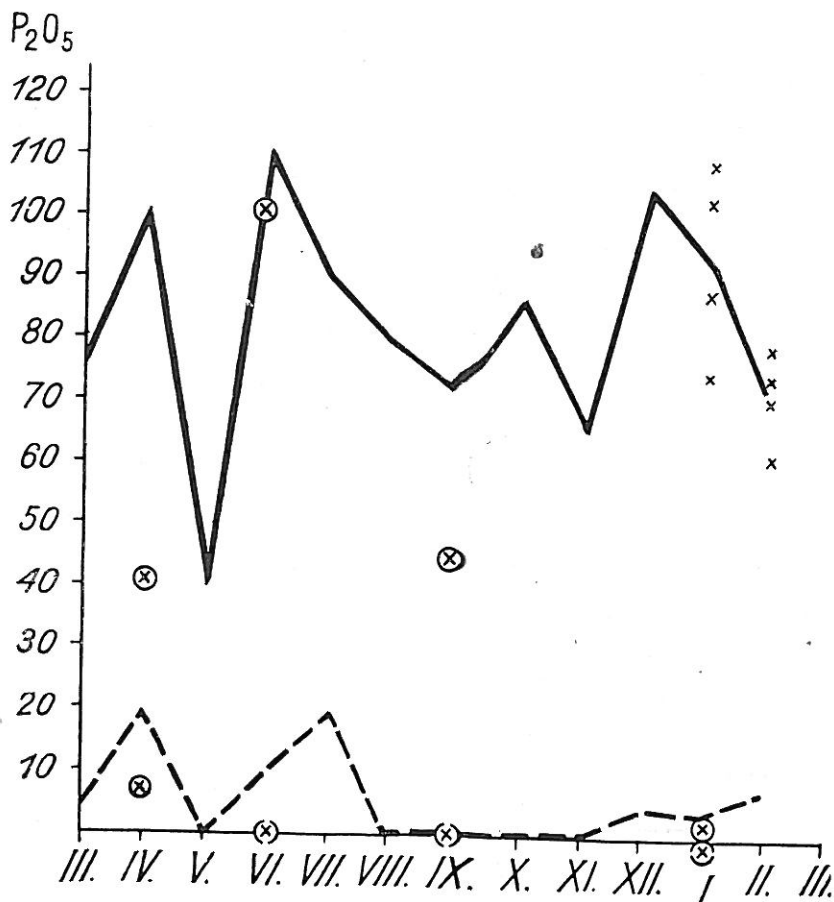


6. ábra

Héngyepusztá. A hidrolitos aciditás és az oldható összes vas mennyiségének változása 12 hónap folyamán, a légszáraz talajban. Hidr. ac. = —, Fe mg/100 g = - - - - -.

volt, hogy az altalajok oldható  $P_2O_5$ -tartalma kisebb, foszforsavadszorpciójuk nagyobb volt, mint a feltalajoké, azonban az egyik évszaktól a másikig, valamint a száradás folyamán bekövetkező változások törvényszerűségeire vonatkozólag semmiféle következtetés sem látszott levonhatónak. Ennek egyik súlyos oka a ritka és nagy időközökben történt mintavétel volt, amennyiben — mint az a későbbi vizsgálatok során kiderült — éppen igen jellegzetes hónapokat hagyunk ki a mintavételből, amit természetesen nem tudhattunk előre.

Nagymértékben befolyásolhatta a tápanyag-ingadozásokat az időjárás, a



7. ábra

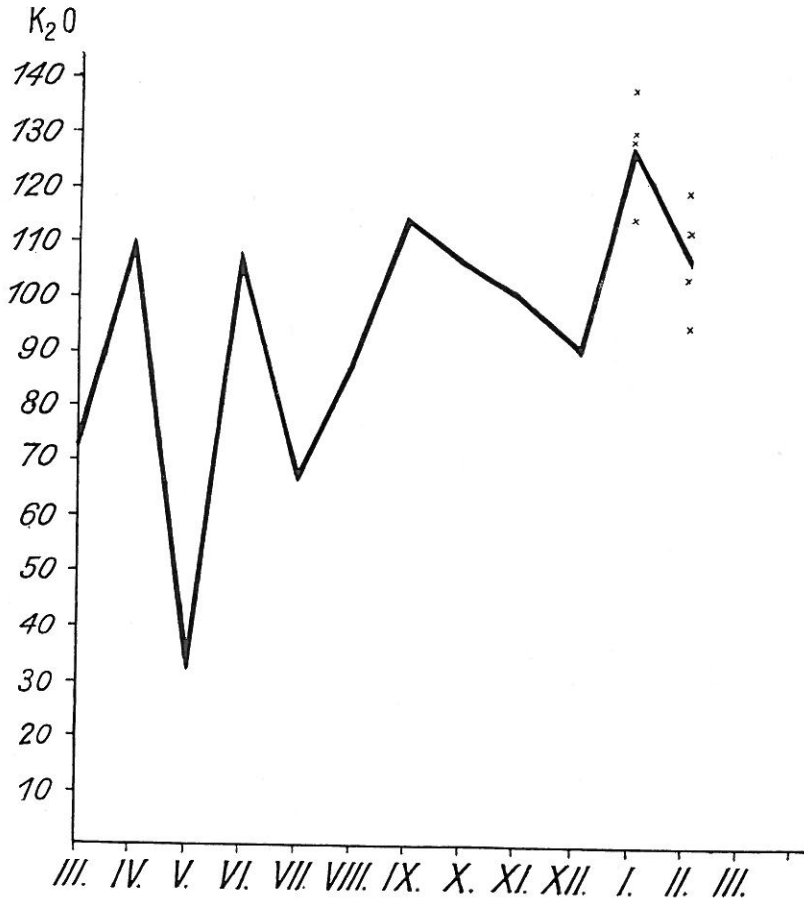
Hényelpusztá. Az oldható és az adszorbeált  $P_2O_5$  mennyiségének változása 12 hónap folyamán, a légszáraz talajban. Oldható  $P_2O_5$ , mg/100 g = —, adszorbeált  $P_2O_5$ , mg/100 g = - - - - -. A különálló kis körök az 1949. évi adatokat jelzik; teljes kör = oldható, megszakított kör = adszorbeált  $P_2O_5$ .

csapadék és hőmérsékleti viszonyok alakulása. Az erre vonatkozó adatokat begyűjtöttük, de köztük és a talajsajátságok között összefüggést nem tudtunk kimutatni.

Az 1950—51. évi időszakban, mint már említettük, havonként vettünk talajmintát négy helyről. Ezek a következők voltak:

1. *Ikrény* (Győr m.) Savanyú öntés agyag, 4% összes humusztartalommal. Termény: 1948: bab, 1949: búza, 1950: búza, 1951: zabosbüköny.
2. *Hényelpusztá* (Nógrád m.) Mérsékeltén savanyú, barna erdőségi agyag, 3,5% összes humusztartalommal. Termény: 1949: dohány, 1950: búza.
3. *Kisújszállás. a)* Mezőségivé alakuló, igen gyengén meszes réti agyag. Állandó gyepterület. Humusztartalom: 3,9%.
4. *Kisújszállás. b)* Kb. ugyanaz, mint az előbbi, de altalaja kifejezetten meszes, a  $CaCO_3$  mennyisége 1—3%. Szikesedésre hajló, humusztartalom 4%. Termény: 1949: zab, 1950: búza.





8. ábra

Hényelpusztá. A kicserélhető  $K_2O$  mennyiségének változása 12 hónap folyamán, a légszáraz talajban.

A vizsgálati adatokat jobb áttekintés kedvéért mindkét vizsgálati évre grafikonokban tüntettük fel. A grafikonok egyetlen talaj — a hényelpusztai feltalaj — sajátságainak változásáról nyújtanak képet. A változások menete mindegyik talajnál anyagjából hasonló, ezért könnyebb áttekintés céljából csak egyik vizsgálati helyünk eredményeit közöljük. Különösen szembetűnő, hogy az altalajok grafikonjai messzemenően párhuzamosak a hozzájuk tartozó feltalajok görbéivel. Természetesen nem várható, hogy a négy különböző típust képviselő négy talaj sajátságai teljesen kongruens módon alakuljanak, annál kevésbé, mert az időjárási viszonyok sem voltak azonosak a mintavételi helyeken. Kétségtelen azonban, hogy a rajzokban feltüntetett talajsajátságok valóban változnak, ezt tanúsítják úgy az 1950—51. évi mint az 1949. évi adatok, melyeket az egyes ábrákban az egymással össze nem kötött körök jeleznek.

Az eredeti nedvességű, valamint a légszáraz állapotú  $P_2O_5$ - és  $K_2O$ -vonal két utolsó pontja körül látható kereszték az egyenkénti mintákból meghatározott adatokat mutatják, melyeknek középértékét jelképezi a grafikonokon fekvő pont. Látható, hogy mindegyik görbének több olyan pontja van, mely ugyancsak távol esik a januári, vagy februári értékek szórási határától, tehát kétségtelen, hogy valóban a szóbanforgó alkatrészek, vagy sajátságok számértékeinek lényeges változása következett be. Hasonló változások mutatkoztak a többi talajnál is. A Hényelpusztai feltalaj vizsgálati adatait az 1. sz. táblázatban is feltüntettük.

1. táblázat

(1) A Hényelpusztai feltalaj vizsgálati adatai eredeti nedvességű állapotban

(2) Hónap	(3) Nedvesség-tartalom %	(4) Reakcióállapot			(6) Oldható v astartalom				(8) Foszforsav mg/100 g		(11) Kicserélhető $K_2O$ mg/100 g	
		pH $H_2O$	pH $KCl_2$	(5) Hidr. ac. $I_1$	$Fe^{+++}$ mg/100 g	$Fe^{+++} + Fe^{++}$ mg/100 g	$Fe^{++}$ mg/100 g	(7) $Fe^{++}$ a $Fe^{+++} + Fe^{++}$ %-aiban	(9) Oldható	(10) Adszorbeált		
1950												
III.	21,8	7,31	6,45	4,0	115	120	5	4,2	80,0	0,0	77,0	
IV.	22,0	7,40	6,45	5,3	45	55	10	18,2	108,0	0,0	114,0	
V.	15,0	6,60	5,30	8,8	45	50	5	10,0	14,0	17,5	26,0	
VI.	19,7	7,30	6,30	6,6	35	50	15	30,0	107,5	2,5	105,0	
VII.	9,8	6,80	5,90	4,5	45	48	3	6,3	77,4	0,0	100,0	
VIII.	7,6	7,25	6,15	3,7	42	43	1	2,4	72,5	6,5	64,0	
IX.	15,1	6,90	6,33	3,0	25	25	0	0,0	16,5	0,0	121,0	
X.	19,6	7,90	6,70	2,2	24	40	16	40,0	62,0	0,0	110,0	
XI.	25,4	7,60	6,50	3,0	30	41	11	26,8	70,0	0,0	86,0	
XII.	25,5	6,70	5,70	2,4	28	48	20	41,7	120,0	0,0	90,0	
1951												
I. (12)	21,6	7,80	6,44	2,8	40	46	6	13,0	96,0	0,0	92,2	
	25,2	8,11	6,46	2,8	36	40	4	10,0	99,0	0,0	102,0	
	23,8	8,00	6,98	3,0	32	40	8	20,0	83,0	0,0	94,0	
	22,5	8,42	6,58	2,8	30	36	6	16,7	78,0	5,5	102,0	
K. é.	23,3	8,03	6,57	2,9	34,5	41	6	14,6	89,0	1,4	97,6	
II. (12)	24,4	7,68	6,30	2,0	41	48	7	14,6	84,5	9,5	118,0	
	24,0	7,98	6,80	1,3	46	56	10	17,9	64,0	14,0	110,0	
	25,2	7,90	6,75	1,5	38	52	14	26,9	73,0	8,0	80,0	
	24,9	7,85	6,75	1,5	39	40	1	2,5	75,0	2,5	107,0	
K. é.	24,6	7,84	6,60	1,6	41	49	8	16,3	74,1	8,5	103,8	

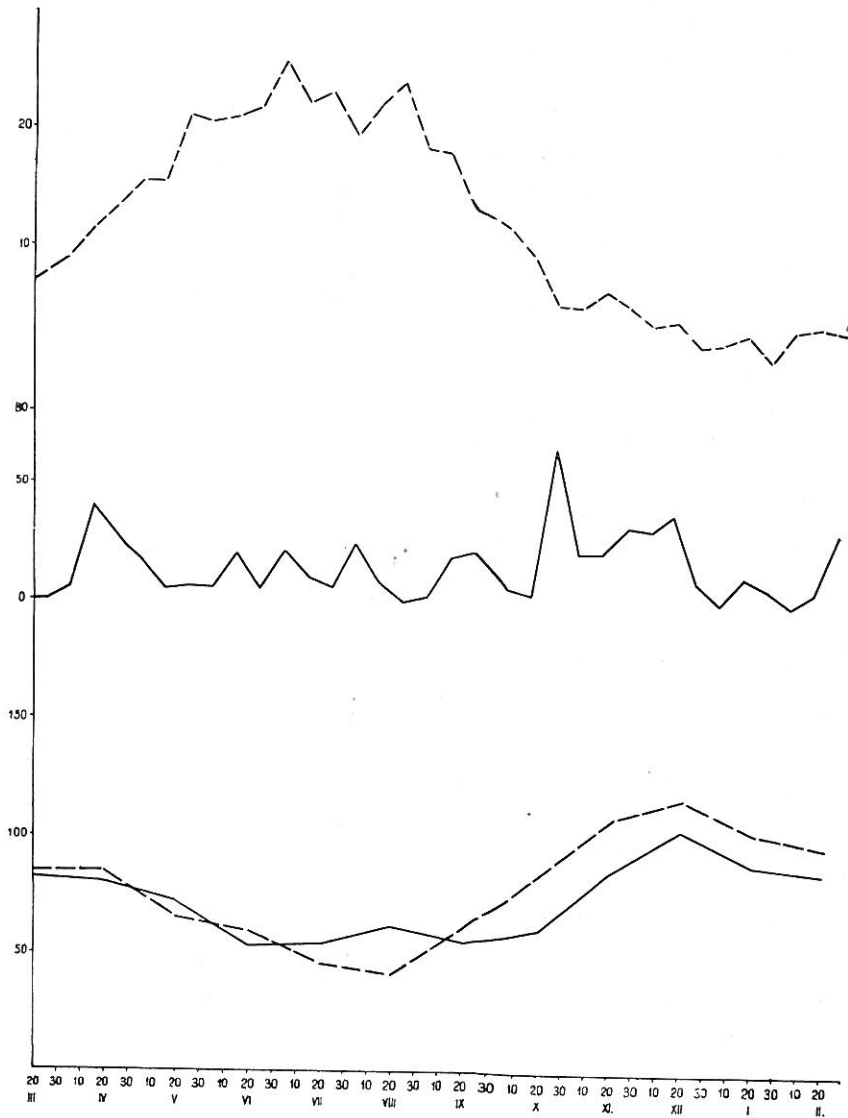
## 1. táblázat (folyt.)

## (13) A Hényclpuszta-i feltalaj vizsgálati adatai légszáraz állapotban

(2) Hónap	(14) Nedvesség- tartalom 100 g-ra	(4) Reakcióállapot			(8) Foszforsav mg/100 g		(11) Kicsérélhető K <sub>2</sub> O mg/100 g
		pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	(5) Hidr. ac.	(9) Oldható	(10) Adszorbeált	
1950. III.	5,0	7,10	6,15	6,7	75,0	5,0	71,0
IV.	4,2	7,50	6,60	5,7	100,0	20,0	109,0
V.	4,6	6,70	6,10	9,5	40,0	0,5	31,0
VI.	4,5	7,50	6,40	6,5	110,0	10,0	108,0
VII.	4,9	7,20	6,30	4,0	90,0	20,0	67,0
VIII.	4,8	5,90	5,50	4,3	80,0	0,0	88,0
IX.	5,4	7,50	5,70	4,9	72,5	0,0	114,0
X.	3,9	7,60	6,80	4,3	87,5	0,0	107,0
XI.	4,2	7,70	6,80	3,5	66,0	0,0	101,0
XII.	5,3	7,50	6,30	3,4	105,0	5,0	91,0
1951. I. (12)	3,2	7,45	6,47	3,8	104,0	0,0	115,6
	3,3	7,48	6,70	3,0	110,0	2,5	130,0
	3,1	7,55	6,65	3,8	89,0	4,0	130,0
	3,0	7,69	7,09	3,8	75,0	10,0	139,0
K. é.	3,15	7,53	6,68	3,6	94,5	4,1	128,7
II. (12)	3,5	7,20	6,58	2,0	71,5	1,5	104,6
	3,8	7,54	6,85	2,3	62,5	17,5	120,0
	3,8	7,31	6,78	2,8	75,0	5,0	95,0
	4,1	7,31	6,74	2,0	80,0	5,0	113,0
K. é.	3,8	7,32	6,73	2,3	72,3	7,3	108,2

A változásokkal kapcsolatosan elsősorban az a kérdés merül fel, hogy milyen szabály szerint megy végbe a talajsajátságok változása, egyrészt az idő, másrészt a talaj kiszáradása folyamán. Hiszen e szabályok ismerete az első feltétele annak, hogy a változások tényéből valamilyen további következtetést vonhassunk le.

Sajnos, 4—4 adat túlságosan kevés ahhoz, hogy határozott összefüggéseket próbáljunk kiolvasni belőlük, annál is inkább, minthogy mind a négy talaj más-más típust képvisel. Az időjárás sem volt mindenütt egyforma, a termények sem voltak azonosak, pedig, mint azt szakirodalmi adatokból (4) is tudjuk, ezeknek jelentékeny befolyásuk lehet a talajsajátságok alakulására. Úgy véljük azonban, hogy amennyiben érvényes valamely határozott jellegű összefüggés e változásokra



9. ábra

A tíznapos hőmérsékleti átlagok (fent), a csapadék átlagos mennyisége (középen) és a talaj víztartalmának változása (lent) 12 hónap folyamán. A talaj víztartalma csapadék mm-ekben kifejezve; feltalaj = —, altalaj = - - - -.

vonatkozóan, úgy annak kifejezett jelei mutatkoznak abban az esetben, ha bizonyos módon átlagoljuk a négy talaj adatait.

Ezt az átlagolást azonban nem végezhetjük olyképpen, hogy egyszerűen kiszámítjuk pl. az oldható foszforsav közepes mennyiségét, havonként az egyes talajokban, hanem célszerűen a következőképpen jártunk el:

Kiszámítottuk az egyes talajsajátságok számadatainak évi középértékét, külön-külön minden talajra. Ezeket a 12 havi átlagokat 100-al vettük egyenlőnek s megállapítottuk, hogy az egyes hónapokban mutatkozó érték az évi középértéknek hány %-a. Ezek a %-számok már minden további nélkül átlagolhatók s, ha a változásokban nem mutatkozik semmiféle törvényszerűség, hanem azok véletlenül adódtak, akkor az átlag-grafikonnak közel vízszintes vonalat kell mutatnia, vagyis az átlagos értékek minden hónapban kb. 100% körül mozognának. Megjegyezzük, hogy a pH-ra nézve ez az eljárás nem alkalmazható, itt tehát minden értéket külön átszámítottunk valószínű hidrogénionkoncentrációra ( $c^H$ ) s ezek havi középértékeit fejeztük ki ismét pH-egységekben, a vonatkozó görbék tehát az ily módon kapott átlagos pH-számokat mutatják.

Ezeket az átlagokat tünteti fel a négy utolsó grafikon s azokban kétségtelenül megnyilvánul bizonyos határozott összefüggés.

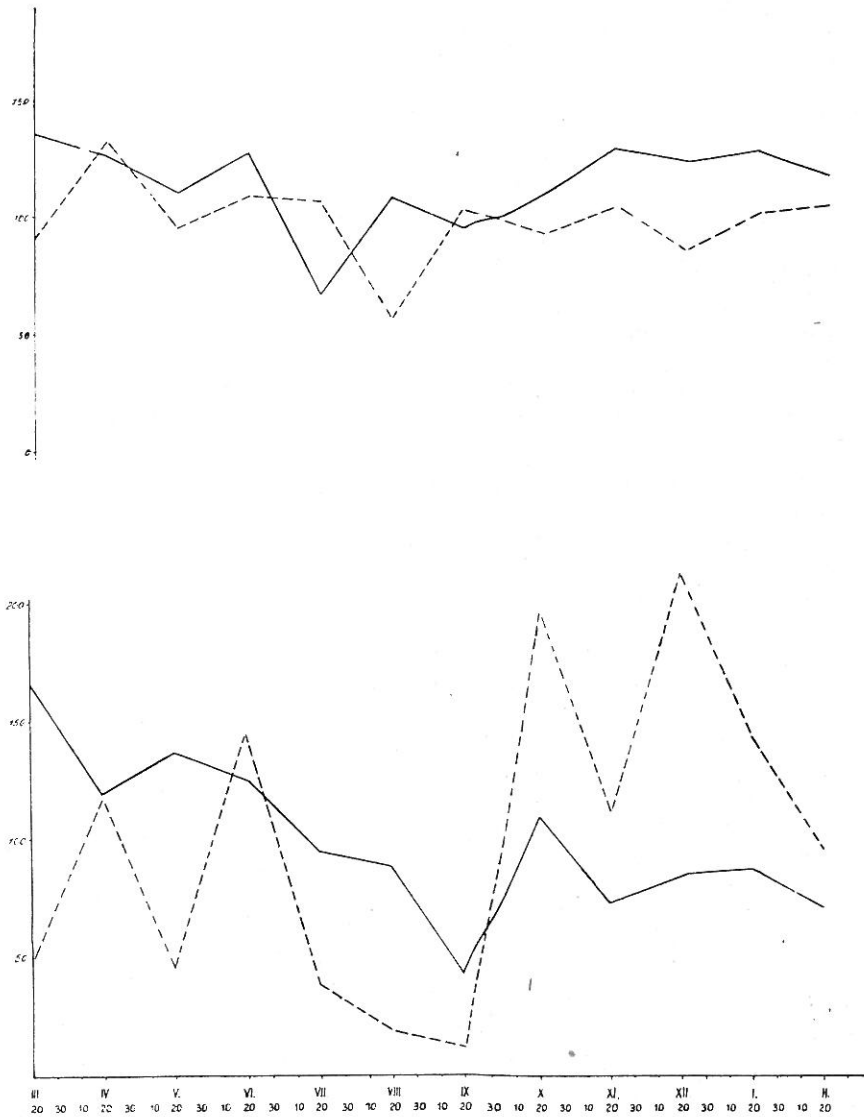
Az átlagértékekből a foszforsavra vonatkozóan a következőket állapíthatjuk meg: Eredeti nedvességű állapotban az oldható  $P_2O_5$  mennyisége a vizsgálati időszak kezdetén jóval fölötté van az évi átlagnak (III—IV. hó: 94—203%); majd erősen csökken (VII. hó: 56%); közben átmenetileg felszökik (VI. hó: 175%). Az érték a nyár folyamán az átlag alatt is marad (mélypont IX. hó: 35%); ősszel, majd télen át lassan emelkedve ismét eléri az átlagot (I. hó); a tél végén feltehetően ismét gyorsan nő.

A légszáraz állapotú talajoknál a görbe nagyjából hasonló alakú, de mintha több hónappal el volna tolódva, ezért a vizsgálati időszak elején a nedves és a száraz értékek ellentétesen alakulnak. A száraz görbén hiányzik a júniusi felszökés. A száraz állapotban meghatározott foszforsav mennyisége az év legnagyobb részében több, mint a nedves állapotúé, kivételt képez a télvégi-tavaszi elejei időszak. A száraz talajra vonatkozó értékek is a nedvesek átlagának %-aiban vannak kifejezve.

Az eredeti nedvességű állapotban mutatkozó  $P_2O_5$ -változások nagyon hasonlóak a Hényelpusztai talajban és a négy talaj átlagában, ami nyilvánvalóvá teszi, hogy azonos jellegű tényezők eredményei; ezeket a változásokat természetesen kisebb-nagyobb mértékben befolyásolhatták a helyi viszonyok.

Ami az adszorbeált  $P_2O_5$ -mennyiségek átlagát illeti, az nedves állapotban, III—IV. hó között, ellentétesen alakul az oldhatóéval, innen kezdve azzal közelítőleg párhuzamosan mozog, csak az I. hó után jelentkezik ismét az ellentét — mely valószínűleg jellemző a télvégi-tavaszi időszakra. Száraz állapotban az adszorbeáció görbe lefutása csaknem ugyanolyan, mint nedvesen, de itt is megmutatkozik az időben eltolódás (pl. V. hó-ról IV. hó-ra). Ha gondolatban későbbre toljuk a száraz adszorbeáció görbéjét, az majdnem pontosan párhuzamos a nedvesével. A légszáraz állapotú oldható és adszorbeált  $P_2O_5$  görbéje nagyjából egymással ellentétesen fut. Az oldott és adszorbeált  $P_2O_5$ -grafikonok kongruenciája (párhuzamosság, vagy ellentéteesség) jórészt azért nem ismerhető fel, mert az adszorbeáció átlagos értékét a több hónapban előforduló O-értékek erősen lecsökkentik, ennél fogva némely esetben több száz %-os érték is előállhat.

Összefoglalóan tehát az oldható foszforsav mennyisége, úgy nedves, mint légszáraz állapotban, tavasszal (III—IV. hó) lényegesen az évi átlag felett, az őszi-télelejei periódusban (IX—XII. hó) pedig az átlag alatt van. Ezek a változások nem mutatnak kongruenciát a pH-számok átlagos alakulásával. Igaz, hogy az átlag-pH-k — bár a tényleges hidrogénionkoncentrációk középértékei, mint említettük — mégsem nyújtanak reális képet a viszonyokról, amennyiben a többi talajsajátságoknak pH-szerinti változásai nem lineárisan mennek végbe. Az össze-

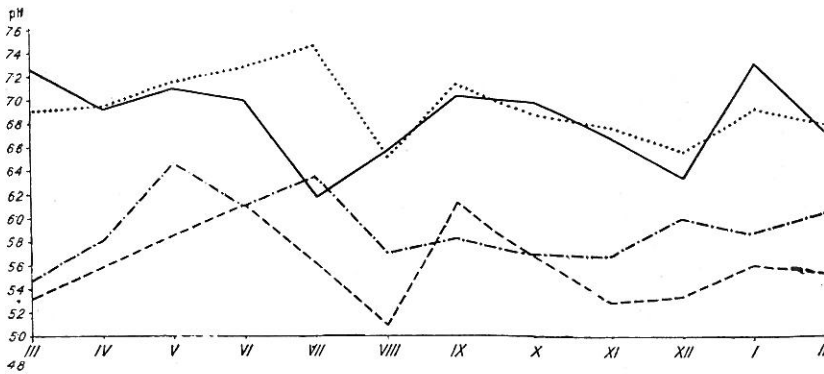


10/a ábra

A kicserélhető K<sub>2</sub>O átlagos mennyisége, az évi átlag %-aiban, 12 hónap folyamán. Eredeti nedvességű talaj = —, légszáraz talaj = - - - - -.

10/b ábra

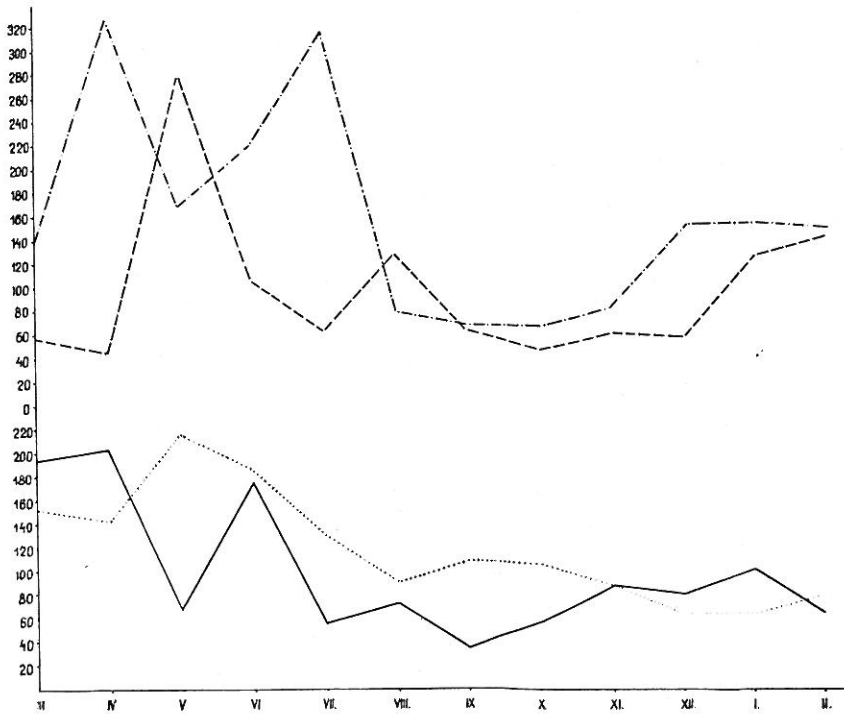
A vas átlagos mennyisége, az évi átlag %-aiban, 12 hónap folyamán. Összes Fe = —, Fe<sup>++</sup> = - - - - -.



11. ábra

A hidrogénionkoncentráció átlagértékei 12 hónap folyamán, pH-ban kifejezve :

Eredeti nedvességű állapotban : pH H<sub>2</sub>O = ———  
 pH KCl = - - - - -  
 Légszáraz állapotban : pH H<sub>2</sub>O = .....  
 pH KCl = · - · - · - · -



12. ábra

Az oldható és az adszorbeált P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> átlagos mennyisége, az évi átlag %-aiban, 12 hónap folyamán.

Eredeti nedvességű állapotban : oldható = ———  
 adszorb. = - - - - -  
 Légszáraz állapotban : oldható = .....  
 adszorb. = · - · - · - · -

függéseket minden esetben külön-külön **kellene** tanulmányozni, amire még eddig nem volt módunk.

Igen hasonló vonások fedezhetők fel **azonban** az oldható (nedves)  $P_2O_5$  és a  $Fe^{++}$  értékeinek alakulásában. A IX. havi **mély** pont után a  $Fe^{++}$  mennyisége erősen megnő, sokkal nagyobb mértékben, mint a  $P_2O_5$ -é. Az adszorbciónal a  $Fe^{++}$  ellentétesen változik; nagymértékű felszaporodása egybeesik a IX.—XII. havi adszorbcióninimummal, a téli  $Fe^{++}$ -csökkenés **folyamán** fokozódik az adszorbción. E változások jelentőségét befolyásolja az a **körül**mény, hogy az összes  $Fe$  mennyisége sem állandó, hanem ingadozik, kb. ugyanolyan értelemben, mint az oldható  $P_2O_5$ , ugyanis III—VI. hó között az átlag felett, **azontúl** általában az átlag alatt van.

Ami az időjárási viszonyokkal való **kap**csolatot illeti, elsősorban az tűnik szembe, hogy a talajok átlagos nedvességtartalma a III—VIII. hó között csökken, ami természetes is, mert az emelkedő **hő**mérséklet és a növény vízfogyasztása egyirányúan hatnak és a gyakori kisebb **csa**padékok nem képesek pótolni a veszteségeket. A feltalaj és az altalaj víztartalma kezdetben közel egyforma, azonban az altalaj jóval előbb jut túl a minimumon, **mint** a feltalaj. A július-végi — augusztus-eleji hőfokcsökkenés, érdekes módon, **inkább** az altalaj víztartalmát növeli meg, míg a feltalaj ezután mutat csak **min**imumot. Innen kezdve a feltalaj nedvességtartalma szaporodik gyorsabban, a bőségesebb csapadékok és a hőmérséklet gyors süllyedése következtében, míg az **altalaj** nedvességtartalma egészben véve kiegyenlítettébb, kevésbé ingadozó a **feltalaj**hoz viszonyítva.

A feltalaj nedvességi görbéje határozott kongruenciát mutat a talaj több sajátságának grafikonjával. Kiténik, hogy a VII—IX. hónapok minden tekintetben minimumot jelentenek, kivéve a  $P_2O_5$  abszorbciónját. A  $K_2O$ -görbe, mely egyébként nem hasonlatos a többihez, e tekintetben **me**gegyezik velük, úgyszintén abban is, hogy májusban, habár csak kismértékben, **de** minimumot mutat.

### Az eredmények értékelése és következtetések

Úgy a Hényelpusztai, mint a négy talajból átlagolt számértékek alakulása arra mutat, hogy a különböző talajsajátságokban az év két különböző szakaszában következnek be nagyobb ingadozások. Ezek az időszakok, eddigi vizsgálataink szerint április—május és augusztus—szeptember. Ha a talajvizsgálatokat nézetünk szerint 1. április első, 2. május 2-ik, 3. augusztus első, 4. szeptember 2-ik felében végezzük, úgy a nyert adatok között mind az évi átlagnak, mind a szélsőségeknek kb. megfelelő értékek egyaránt lesznek. Ez kiténik az alábbi táblázatból, mely az eredeti nedvességű állapotban meghatározott oldható  $P_2O_5$ -mennyiségét tünteti fel:

Jelzés	Legnagyobb	Legkisebb	Átlagos	IV.	V.	VIII.	IX.
				h a v i			
Ikrény ft. ....	18,5	<b>0,9</b>	6,0	15,0	10,0	2,5	<b>0,9</b>
Hényel ft. ....	120,0	<b>14,0</b>	74,3	108,0	<b>14,0</b>	72,5	16,5
Kisújszállás							
gyep ft. ....	70,0	8,8	27,4	51,0	14,5	12,5	12,8
szikes ft. ....	<b>86,0</b>	<b>13,0</b>	36,9	<b>86,0</b>	<b>13,0</b>	39,0	22,0



A vastagon szedett értékek (úgyanabban a sorban) azonosak.

Mint a grafikonokból látható, a változások — aránylagos léptékben, tehát az évi átlagok %-ában kifejezve — nagyjából mindenütt ugyanazt a képet nyújtják, abszolút értékek tekintetében azonban igen eltérő mértékűek az egyes talajokban. A szakirodalomban lefektetett tapasztalatok szerint a talajvizsgálati adatokból bizonyos közelítéssel következtetések vonhatók le, a műtrágya-használatnak várható hatásait illetően. Eddig e téren tagadhatatlanul sok ellentmondást figyelhetünk meg az elméleti megfontolások eredményei és a gyakorlati — kísérleti — tapasztalatok között. Ezek nagy részének valószínű oka az, hogy általában a légszárász talajminták vizsgálata volt szokásos és az egyes sajátságok változásait az idő folyamán nem vették figyelembe.

Kísérleti eredményeinkkel kapcsolatban a következő kérdések merülhetnek fel:

1. Mi okozza a megfigyelt változásokat?
2. Milyen kihatással lehetnek azok a növényzetre?

Ami az első kérdést illeti, bizonyosra vehető, hogy az egyes hónapi adatok között mutatkozó eltérések, különösen a tápanyagállapotban, biológiai tényezők működésére vezethetők vissza. Ezt a nézetet támogatja Lewis, Baker és Snyderer megfigyelése (6), melynek értelmében a növény életműködése lényegesen befolyásolja a talaj oldható tápanyagtartalmát. Azonban jelentékeny szerepe lehet a mikroflórának is, melynek életműködései az évszak szerint alakulnak: a tavaszi és őszi kulminációkat a nyári stagnálási időszak választja el egymástól, amint azt pl. Fehér, Manninger és Frank (2) kimutatták; e változás összhangban van a nedvességi viszonyok alakulásával. A tápanyagok májusi minimuma és szeptemberben kezdődő szaporodása nyilván összefügg azzal a körülménnyel, hogy a hőmérséklet gyorsan változik e két időszakban, ami nem marad hatástalanul a mikroflórára.

A talaj nedvességi állapota azonban kétségtelenül közvetett hatással is van a végbemenő folyamatokra, amennyiben minél kisebb a %-os víztartalom, annál inkább uralkodnak a talajban aerob viszonyok és fordítva. Aerob körülmények között csökken a talajban a  $Fe^{2+}$  mennyisége az oxidáció következtében, ami viszont csökkenti a  $P_2O_5$  oldhatóságát, részben azért, hogy igen nehezen oldódó, bázikus  $Fe$ - (és  $Al$ -)foszfátok képződhetnek, részben a vasoxidhidrát  $P$ -adszorpciója következtében (9). De ettől eltekintve is, kisebb a ferri-, mint a ferrofoszfát oldhatósága, amint azt laboratóriumi vizsgálatokkal magunk is kimutattuk. Minthogy pedig a vasoxidhidrát egy része kristályos szerkezetű (Goethit, 9), ez a frakció, érthető okokból, nem redukálódik egykönnyen, tehát nem is bocsájtja el a megkötött foszforsavat. Ez lehet a magyarázata annak a megfigyelésnek, hogy ősszel az oldható foszforsav mennyisége, nem nő meg olyan gyorsan, mint a redukció útján képződő  $Fe^{2+}$ -é, amely valószínűleg nem kristályos vasvegyületek redukációjából képződik. Ugyanez lehet az oka az összes oldható vasmennyiség ingadozásainak is. A Hényelpusztai talajban az oldható foszforsav is erősen felszaporodik ősszel, itt nyilván nem képződnek azok az aránylag indifferens vasvegyületek, amelyek sok  $P_2O_5$ -öt kötnek le, amiért a foszforsav ebben a talajban »mozgékonyabb«, mint a többiben. Az említett feltevést két körülmény is támogatja: egyfelől, hogy a Hényelpusztai talaj  $P$ -adszorpciója általában jóval kisebb, mint a többié, másfelől, hogy e talaj 58,5-nyi kötöttségi számához képest aránylag kevés leiszapolható kolloid-részt (0,004 mm átmérőnél kisebb) tartalmaz, míg az Ikrényi talajban, melynek kötöttségi száma csak 54, kereken 50% a 0,004 mm-nél kisebb leiszapolható rész. A leiszapolható frakció mennyiségét az Ikrényi és a Hényelpusztai talajban azzal

az eljárással vizsgáltuk, melyet a talaj **mész**igényének meghatározásával kapcsolatban írtunk le (11). Támogatja a fenti **feltevést** az is, hogy a litiummal leiszapolható frakciók is szignifikáns mértékben **váltak**, egyik hónapról a másikra.

A kicserélhető kálium, szakirodalmi **adatok** szerint, átalakulhat nem kicserélhetővé. Ez a változás reverzibilis, de **törvényszerűségei** még csak kevésbé ismertek (1, 3, 4, 5, 12). A bemutatott K-görbék **szeszélyes** lefutása valószínűleg összefügg az adszorpciós komplexusban is **végbemenő** változásokkal, melyeket a pH-nak és ugyanígy a hidrolitos aciditásnak **változásai** (utóbbiakat nem tüntettük fel az átlagértékek grafikonjában) jeleznek, **anélkül**, hogy ezek szoros párhuzamoságot mutatnának a  $K_2O$  ingadozásaival.

A fenti második kérdés **megválaszolásához** elsősorban tudnunk kellene azt, hogy az oldható tápanyagtartalomban **megfigyelt** változások kimutathatók-e a növény számára hozzáférhető tápanyag**készletben** is. Tekintettel arra, hogy az utóbbi mennyiségeket közvetlenül meghatározni nem lehet, csak terméseredmények és trágyahatások, illetőleg növényelem**zési** adatok bírtokában tisztázhatnánk a helyzetet. Néhány tájékoztató vizsgálat **eredménye** azt mutatta, hogy a helyszíni gyors foszforsavmeghatározásokhoz **használatos** borátpuffer-oldattal (10) kivont  $P_2O_5$  mennyisége, mely kb. ugyanolyan nagyságrendű, mint a növények által felvett mennyiségké, szintén változik az idő **folyamán**, habár nem egészen olyan értelemben, mint a 4 pH-ju laktátos kivonatban **oldott**  $P_2O_5$ -é. Ilyirányú vizsgálatok azonban, a tápanyagállapot időszaki **változásainak** további kutatása során — meggyőződésünk szerint feltétlenül **szükségesek**. Az eljárás mód tekintetében legcélszerűbbnek gondoljuk a kísérleti területek **időszakonkénti** megmintázását — legalább a fent javasolt négy időpontban. Ilyen **alkalomkor** nemcsak a talajból, hanem a növényzetből is vennénk mintát s meghatároznánk **végül** a termés mennyiségét is, úgy szintén feljegyeznénk a meteorológiai adatokat az egész tenyészidő **folyamán**. A kísérleti területek egyik részét esetleg meg is lehetne trágyázni. Az így begyűjtött adatokból bizonyára nagyobb **pontosággal** lehetne kiolvasni az összefüggéseket a talajsajátságok, a növény tápanyagfelvétele és a termésmennyiség között.

### Összefoglalás

Vizsgálatainkból kitűnik, hogy azok a talajsajátságok, amelyeket laboratóriumi vizsgálatokkal rendszerint meg szoktak határozni, tehát: a reakcióállapot és a tápanyagállapot jellemzői, nem állandók, hanem aránylag rövid időközökben — 1 hónapon belül is — lényegesen változhatnak. Eltérő eredmények adódnak azonos időpontban is aszerint, hogy az eredeti nedvességi állapotú, kevésbé megbolygatott, vagy a szokásos módon előkészített, légszáraz állapotú mintát vizsgáljuk-e meg.

Az időszaki változások általános képe arra vall, hogy azok főtényezője a talaj változó oxido-redukciós állapota. A szárazabb-melegebb időszakban csökken a talaj nedvességtartalma, erősödik a szellőzése; az aerob-viszonyok kedveznek az oxidációs folyamatoknak. Ezek elsősorban a vasat érintik, a ferri-vas pedig — úgy lehet részben közvetlen vegyülés, részben adszorpciós útján — sok foszforsavat köt le, olyan alakban, mely nem oldódik a négy körüli pH-ju Ca-laktátos kivonatban. A nedvesebb-hűvösebb évszakok folyamán, az anaerobakká váló viszonyok között redukálódik a vas, melynek 2 v. é. alakja könnyebben oldható, mint a 3. v. é.-ü. A foszforsav lassabban követi e változást. E folyamatban kétségtelenül résztvesznek a talaj mikroorganizmusai, melyek főleg a nagyobb nedvességtartalom mellett aktívak.

Részen kémiai, részben szintén mikrobiológiai tényezők hatnak a kicserélhető  $K_2O$  mennyiségére is. Ez utóbbi reverzibilisen változhat nem kicserélhetőből kicserélhetővé, nyilván összefüggésben az adszorpciós komplexusban végbemenő folyamatokkal, melyeket a pH és a hidrolitos aciditás változásai is jeleznek.

A fenti körülmények magyarázhatják meg az eredeti nedvességű és a légszáraz állapotban meghatározott értékek eltéréseit és indokolják, hogy a tápanyagvizsgálatokat eredeti nedves talajmintából végezzük el.

Érkezett: 1951. október 24.

### Irodalom

1. Chaminade, R.: C. r. Acad. Sci., Paris, 203. 682. 1936.
2. Fehér, E., Manninger, G. A. & Frank, M.: Bodenk. Pflanzenern. 4. (49.) 243. 1937.
3. Gorbunow, N. I.: Chemisat. Soc. Agric. 9. 67. 1940.
4. Hauser, G. F.: Landbouwk. Tijdschr. 52. 645. 1940.
5. Joffe, I. S. & Levins, A. K.: Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 4. 157. 1939.
6. Lewis, G. C., Baker, G. O. & Snyder, R. S.: Soil Sci. 69. 55. 1950.
7. Löhnis, F.: Handbuch d. landw. Bakteriologie, II. kiad. Borntraeger, Berlin. 1935.
8. Pozdena, L.: Z. Pflanzenern. Düng. Bodenk. 27. 87. 1933.
9. Schönfeld S.: Agrokémia, 2. 323. 1950. (Irodalmi felsorolás.)
10. Sik K. & Fábry Gy.-né: Agrokémia, 2. 148. 1950
11. Sik, K. & Schönfeld, S.: Agrokémia, I. (7. sz.) 11. 1949.
12. Troug, E. & Jones, R. J.: Ind. Eng. Chem. 30. 882. 1938.
13. Várallyay, Gy.: Mezőg. Kut. 12. 54. 1939.
14. Várallyay, Gy.: Mezőg. Kut. 12. 137. 1939.

### О ПЕРИОДИЧЕСКОМ ИЗМЕНЕНИИ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

К. Шик и Ш. Шэнфельд

Почвохимический Отдел Агрохимического Исследовательского Института, Будапешт

#### Выводы

Свойства почвы (реакция и состояние питательных веществ), определяемые обычно лабораторными методами непостоянны, а меняются даже в пределах короткого времени (1 месяц). Причем результаты меняются также и в зависимости от того, производятся ли опыты при оригинальной влажности, или в воздушно-сухом состоянии обычным образом подготовленных почвенных образцов.

Почвохимическим Отделом Будапештского Агрохимического Исследовательского Института в течение года (III. 1950—IV. 1951) ежемесячно производилось испытание 4-типов почв: аллювиальная глина из Икрень, бурая лесная глина из Хенелусты и слабоизвестковая, превращающаяся в чернозем глина из Кишуйсалаша. Последний тип происходит отчасти из под долгосрочной дернины, отчасти же из пашни, с явными признаками засоления. Образцы брались всегда с тех-же самых квадратных площадей, размером в 10x10 м, как с верхнего слоя почвы, так и из подпочвы, на 5 местах в каждом квадрате. Отдельные образцы объединялись (отдельно образцы из верхнего слоя почвы и отдельно из подпочвы), за исключением 2-х последних месяцев, когда было взято по 4 образца из каждого места. Они не объединялись, а проверялись в отдельности.

Свойства указанных почв изменялись с каждым месяцем примерно так, как это нами установлено в прошлом году (1949), когда — в целях ориентировки — проверено несколько различных почв, взятых в разные поры года.

В образцах, взятых в 1950—51-ом г., при оригинальной влажности были определены данные о реакции почвы (рН в воде и в н. KCl, гидролитическая кислотность, а также содержание  $CaCO_3$ ); затем определено количество растворяющихся в н/5  $H_2SO_4$  ионов  $Fe^{++}$  и  $Fe^{+++}$  а также содержание растворимой  $P_2O_5$  и  $K_2O$ . Для определения  $P_2O_5$  применялся метод Эгнера с молочнокислым кальцием; данный метод был видоизменен так, чтобы рН почвен-

ной вытяжки был всегда равен примерно 4. Растворимая (сбменная)  $K_2O$  была извлечена из почвы  $n/4$  раствором  $NH_4Cl$ .

Согласно результатам испытаний кажется вероятным, что периодические изменения связаны с окислительно-восстановительным состоянием почвы. В сухую, жаркую погоду почва высыхает и в ней преобладают аэробные условия, способствующие развитию окислительных процессов. Последние касаются главным образом железа: 3-х валентное железо или химически, или путем адсорбции связывает большое количество  $P_2O_5$ , но всегда в нерастворимом молочнокислым кальцием виде. В прохладную, влажную погоду, при анаэробных условиях, железо снова восстанавливается, и в двухвалентной форме более легко растворяется. Вместе с тем повышается и растворимость фосфорной кислоты, хотя более медленно. Вероятно, что в этих процессах участвуют и почвенные микроорганизмы. По мере увеличения влажности почвы, деятельность микроорганизмов усиливается.

По всей вероятности изменение количества обменной  $K_2O$  обуславливается с одной стороны химическими, а с другой и микробиологическими факторами.  $K_2O$  обратимо может превратиться в необменную форму, в связи с изменениями, происходящими в адсорбционном комплексе. Последние изменения связаны с колебаниями величин pH и гидролитической кислотности почвы.

Вышеприведенные испытания — за исключением определений железа — производились и на воздушно-сухих образцах. Были обнаружены местами значительные, но в общем неправильно слагающиеся отклонения от данных, полученных при испытании образцов с оригинальной влажностью. Предполагается, что эти колебания обуславливаются также вышеуказанными факторами.

#### ОБЪЯСНЕНИЯ К ТАБЛИЦАМ

- (1) Результаты испытания верхнего слоя почвы с оригинальной влажностью, Хенелпуста.
- (2) Месяц
- (3) Влажность в %-ах
- (4) Реакция
- (5) Гидролитическая кислотность
- (6) Содержание растворимого железа
- (7)  $Fe^{++}$  в %-ах от общего содержания железа
- (8) Фосфорная кислота, мг/100 г
- (9) Растворимая
- (10) Адсорбированная
- (11) Обменная  $K_2O$ , мг/100 г
- (12) Среднее
- (13) Результаты испытаний верхнего слоя почвы в воздушно-сухом состоянии Хенелпуста.
- (14) Влажность в расчете на 100 г.

#### ОБЪЯСНЕНИЯ К РИСУНКАМ

Рисунок 1. Хенелпуста. Изменение величины pH в течение 12 месяцев в почве с оригинальной влажностью. pH в  $H_2O$  = ———; pH в KCl = ———;  $H_2O$  в %-ах = .....

Рисунок 2. Хенелпуста. Изменение гидролитической кислотности и содержания  $Fe^{++}$  в %-ах от общего содержания растворимого железа, в течение 12 месяцев в почве с оригинальной влажностью. Гидролитическая кислотность = ———;  $Fe^{++}$  = ———.

Рисунок 3. Хенелпуста. Изменение количества растворимой и адсорбированной  $P_2O_5$  в течение 12 месяцев в почвах с оригинальной влажностью. Растворимая  $P_2O_5$  в мг/100 г = ———; адсорбированная  $P_2O_5$  в мг/100 г = ———. Мелкие кружки представляют собой данные за 1949 г.; кружок без черточки = растворимая  $P_2O_5$ , кружок с черточкой = адсорбированная  $P_2O_5$ ;

Рисунок 4. Хенелпуста. Изменение количества обменной  $K_2O$  и  $Fe^{++}$  в течение 12 месяцев в почве с оригинальной влажностью.  $K_2O$  в мг/100 г = ———;  $Fe^{++}$  в мг/100 г = ———.

Рисунок 5. Хенелпуста. Изменение величины pH в течение 12 месяцев в воздушно-сухой почве pH в  $H_2O$  = ———; pH в KCl = ———.

Рисунок 6. Изменение гидролитической кислотности и общего содержания железа в течение 12 месяцев в воздушно-сухой почве. Гидролитическая кислотность = ———; Fe в мг/100 г = ———.

Рисунок 7. Хенелпуста. Изменение количества растворимой и адсорбированной  $P_2O_5$  в течение 12 месяцев в воздушно-сухой почве. Растворимая  $P_2O_5$  в мг/100 г = ———;

адсорбированная  $P_2O_5$  в мг:100 г = -----. Кружки показывают данные за 1949 год; кружки без черточки = растворимая  $P_2O_5$ ; кружки с черточкой = адсорбированная  $P_2O_5$ .

Рисунок 8. Хенелпуста. Изменение количества обменной  $K_2O$  в течение 12 месяцев в воздушно-сухой почве.

Рисунок 9. Изменение декадных средних температурных данных (сверху), среднего количества осадков (по середине) и влажности почвы (снизу) в течение 12 месяцев. Влажность почвы приводится в мм осадков; верхний слой почвы = ----; подпочва = -----.

Рисунок 10а. Среднее количество обменной  $K_2O$  в %-ах от годовного среднего в течение 12 месяцев. Почва с оригинальной влажностью = ----; воздушно-сухая почва = -----.

Рисунок 10б. Среднее количество железа в %-ах от годовного среднего в течение 12 месяцев. Общее Fe = ----;  $Fe^{++}$  = -----.

Рисунок 11. Средняя величина концентрации водородных ионов в течение 12 месяцев, = выраженная в pH:

В почве с оригинальной влажностью: pH в  $H_2O$  = ----  
pH в KCl = -----

В воздушно-сухой почве: pH в  $H_2O$  = .....  
pH в KCl = -----

Рисунок 12. Среднее количество растворимой и адсорбированной  $P_2O_5$  в %-ах от годовного среднего в течение 12 месяцев:

В почве с оригинальной влажностью: растворимая  $P_2O_5$  = ----  
адсорбированная  $P_2O_5$  = -----

В воздушно-сухой почве: растворимая  $P_2O_5$  = .....  
адсорбированная  $P_2O_5$  = -----

## Über periodische Veränderungen der Bodenkennzahlen

K. SIK & A. SCHÖNFELD

Bodenchemische Abteilung des Agrochemischen Forschungsinstitutes, Budapest

### Zusammenfassung

Die Zahlenwerte jener Eigenschaften, auf welche der Boden gewöhnlich im Laboratorium untersucht wird, namentlich der Reaktions- und der Nährstoffzustand, sind nicht konstant, sondern verändern sich selbst innerhalb kurzer Zeiträume von etwa 1 Monat. Auch fällt das Ergebnis der Bestimmungen verschieden aus, je nachdem der Boden naturfeucht, wenig verändert, oder lufttrocken, in der üblichen Weise vorbereitet, untersucht wurde.

Aus dem Gesamtbild der periodischen Schwankungen scheint hervorzugehen, dass diese hauptsächlich dem oxido-reduktiven Zustand des Bodens zuzuschreiben sind. In der trockenwarmen Jahreszeit verringert sich der Feuchtigkeitsgrad, die Durchlüftung des Bodens wird gesteigert, und die aeroben Verhältnisse begünstigen Oxydationsprozesse. In erster Linie wird das Eisen von diesen betroffen: dreiwertiges Eisen legt viel Phosphorsäure fest, sei's durch chemische, sei's durch adsorptive Bindung, jedenfalls in einer Form, die in der Ca-Laktatlösung, die zur Bereitung des Bodenextraktes dient, nicht löslich ist. Unter den mehr anaeroben Verhältnissen der feuchtkühlen Periode wird das Eisen reduziert; in zweiwertiger Form ist es leichter löslich; die Phosphorsäure macht den Vorgang des Wiederlöslichwerdens langsamer mit. In diesen Vorgängen dürften die Bodenmikroorganismen mitwirken; ihre Aktivität verändert sich mit dem Feuchtigkeitsgrad.

Teils chemische, teils wahrscheinlich ebenfalls mikrobiologische Faktoren bewirken die Schwankungen im Gehalt des Bodens an austauschfähigem Kali. Dieses vermag reversibel in die nicht austauschfähige Form überzugehen, wohl im Zusammenhang mit den Umsetzungen innerhalb des adsorbierenden Komplexes, die durch Veränderungen in der pH-Zahl und der hydrolytischen Azidität angedeutet werden.

Die obenerwähnten Faktoren bringen auch wohl den Unterschied der Zahlenwerte von naturfeuchtem und lufttrockenen Boden zustande.

### Abbildungen:

1. Hényelpusztá. Veränderung der pH-Zahlen während 12 Monaten, im naturfeuchten Boden. PH  $H_2O$  = ----, PH  $H_2O$  = ----,  $H_2Ob$  %-c = ..... Die freistehenden kleinen Kreise geben die Werte vom 1949 an: voller Kreis = in Wasser, gestrichelter Kreis = in KCl.

2. Hényelpusztá. Veränderung der hydrolytischen Azidität und der in %-en der gesamten löslichen Eisenmenge ausgedrückten  $Fe^{++}$ -Eisenmenge, während 12 Monaten, im naturfeuchten Boden. Hydr. Az.: ----,  $Fe^{++}$  = -----.

3. Hényelpusztá. Veränderung der Menge der löslichen und der adsorbierten  $P_2O_5$  während 12 Monaten, im naturfeuchten Boden. Lösliche  $P_2O_5$ , mg/100 g = —, adsorbierte  $P_2O_5$ , mg/100 g = —. Die freistehenden kleinen Kreise geben die Werte des Jahres 1949. an: voller Kreis = lösliche, gestrichelter Kreis = adsorbierte  $P_2O_5$ .

4. Hényelpusztá. Veränderung der Menge des austauschfähigen Kaliums und des  $Fe^{++}$ -Eisens während 12 Monaten, im naturfeuchten Boden.  $K_2O$  mg/100 g = —,  $Fe^{++}$  mg/100 g = —.

5. Hényelpusztá. Veränderung der PH-Zahlen während 12 Monaten, im lufttrockenen Boden. PH  $H_2O$  = —, PH  $KCl$  = —.

6. Hényelpusztá. Veränderung der hydrolytischen Azidität und der Gesamtmenge des löslichen Eisens während 12 Monaten, im lufttrockenen Boden. Hydr. Az. = —, Eisen = —.

7. Hényelpusztá. Veränderung der Menge der löslichen und der adsorbierten  $P_2O_5$  während 12 Monaten, im lufttrockenen Boden. Lösliche  $P_2O_5$ , mg/100 g = —, adsorbierte  $P_2O_5$ , mg/100 g = —. Die freistehenden kleinen Kreise geben die Werte des Jahres 1949. an: voller Kreis = löslichem gestrichelter Kreis = adsorbierte  $P_2O_5$ .

8. Hényelpusztá. Veränderung der Menge des austauschfähigen Kaliums während 12 Monaten, im lufttrockenen Boden.

9. Mittlere Wärmegrade 10-tägiger Perioden (oben), mittlere Niederschlagsmenge (Mitte) und Veränderungen im Wassergehalt des Bodens (unten), während 12 Monaten. Der Wassergehalt des Bodens in Niederschlags-mm angegeben; Oberkrume = —, Untergrund = —.

10/a Mittlere Menge des austauschfähigen Kaliums in %-en des Jahresdurchschnittes, während 12 Monaten, Naturfeuchter Boden = —, Lufttrockener Boden = —.

10/b Mittlere Eisenmengen in %-en des Jahresdurchschnittes, während 12 Monaten. Gesamteisen = —,  $Fe^{++}$ -Eisen = —.

11. Mittlere Wasserstoffionenkonzentration während 12 Monaten, ausgedrückt in PH-Zahlen: Naturfeuchter Boden: PH  $H_2O$  = —, Lufttrockener Boden: PH  $H_2O$  = ....  
PH  $KCl$  = —, PH  $KCl$  = .....

12. Mittlere Mengen der löslichen und der adsorbierten Phosphorsäure in %-en des Jahresdurchschnittes, während 12 Monaten:

Naturfeuchter Boden löslich = —, Lufttrockener Boden: löslich = ....  
adsorb. = —, adsorb. = .....

#### Zeichenerklärung zur Tabelle

(1) Untersuchungszahlen des Oberbodens von Hényelpusztá im naturfeuchten Zustande.

(2) Monat.

(3) Feuchtigkeit, Prozente.

(4) Reaktionszustand.

(5) Hydrolytische Azidität.

(6) Gehalt an löslichem Eisen.

(7)  $Fe^{++}$ -Eisen in Prozenten des Gesamteisens.

(8) Phosphorsäure, mg/100 g.

(9) Löslich.

(10) Adsorbiert.

(11) Austauschfähiges  $K_2O$ , mg/100 g.

(12) Mittelwert.

(13) Untersuchungszahlen des Oberbodens von Hényelpusztá im lufttrockenen Zustande.

(14) Wassergehalt auf 100 g.