

Talajképződési folyamatok humid trópusi viszonyok között durvaszemés gránit kőzeten

II. A vas és mangán természete, tartalma és eloszlása

T. I. ASHAYE és M. A. OGUNFOWORA

*Mezőgazdasági Minisztérium, Kutatási Szolgálat,
Ibadan (Nigéria)*

ASHAYE és OGUNFOWORA [2] tanulmányorozatuk első cikkében adatokat közöltek a durvaszemés gránit kőzeten kialakult talajok fizikai, kémiai és ásványtani sajátosságairól. Jelen közlemény a mállás során a talajba kerülő vas és mangán átalakulásairól számol be, főképpen a talajképződés, valamint a növény táplálkozás szempontjából.

Általánosságban a vas és a mangán két formában lehet jelen a talajban: „könnyen kivonható” (azaz viszonylag gyenge savakkal, mint pl. a Tammféle savanyú oxalátoldattal kivonható) formában és „nehezen kivonható” formában, amilyenek a „glabular” anyagok (BREWER [4]) és más vas-, illetve mangántartalmú talajásványok. Ez utóbbiakat rendszerint vagy nátriumkarbonátos megömlesztés után, vagy erős savakkal vonják ki a talajból.

Könnyen kivonható Fe-t képez a talajban a vízben oldható Fe, a talajrészecskék által — rendszerint kétértékű alakban — adszorbeált kicserélhető Fe, valamint a különálló részecskéket alkotó, illetve talajrészecskéket összecementáló bevonatokat képező, viszonylag nagy mennyiségű vasoxidok (BLACK és munkatársai [3]). A 4,8 pH-jú ammóniumacetáttal kivont vasat rendszerint „felvehető vas”-nak tekintik (JACKSON [6]).

Az irodalomban találkozunk a „könnyen redukálható” Fe-készlet megjelöléssel is, amelyet a gyökerek felszínén, alacsony pH mellett a redukáló anyagok kétértékűvé alakítanak (OSZTROVSZKAJA és ZAIKO [9]).

A könnyen kivonható Mn-t vízben oldható Mn, a kicserélhető Mn és a könnyen redukálható Mn képezik. Ezek együtt alkotják a talaj „aktív Mn” készletét, illetve a növény táplálkozásban közvetlenül szerepet játszó Mn-mennyiségét. Ezenfelül idesorolják még a szabad, de inaktív Mn-t is. LEEPER [7] szerint a talajban valamennyi Mn-forma egyensúlyban van. A vas és a mangán nélkülözhetetlen növényi mikrotápanyag és mint ismeretes, hiányukra a legkülönbözőbb fiziológiai rendellenességeket vezetik vissza.

A vizsgált talajok leírását közleményünk első részében [2] közöltük.

Vizsgálati módszerek

A talajmintákat levegőn megszáritottuk és 2 mm-es szitán áttörtük. Az ilymódon előkészített mintán a következő vizsgálatokat végeztük el:

A pH és szervesanyag-meghatározás ugyanúgy történt mint azt az első közleményünkben [2] leírtuk.

A kicserélhető Mn és felvehető Fe meghatározását JACKSON [6] szerint végeztük. A vas meghatározására α , α' -dipiridil reagenst használtunk.

A könnyen redukálódó Mn meghatározására szolgáló módszer hasonló a kicserélhető Mn meghatározására használt módszerhez, csupán az ammónium-acetát kivonóoldat 0,2% hidrokinton is tartalmazott. Ez utóbbi feleslegét koncentrált HNO_3 -al történő huzamos forralással bontjuk el.

Tamm-féle kivonás: a talajfrakciókból, illetőleg a 2 mm szemcseátmérőjű talaj 0,074 mm-es szitán átmenő órleményéből 0.1 g-t, két párhuzamos bemérésben, UV-besugárzás közben, forró savanyú oxaláttal extraháltunk ENDRÉDY [5] módszerét követve. A kivonatot 50 ml-re kiegészítve alikvot részében a vasat az α , α' -dipiridiles módszerrel, a mangánt pedig JACKSON [6] szerint perjódatosan határoztuk meg.

A talaj összes Fe-tartalmának meghatározása ugyanúgy történt, amint ezt előző közleményünkben [2] az agyagok vizsgálatánál leírtuk.

Az aktív Mn és „pedogén” Fe és Mn meghatározása: az aktív Mn-tartalmat a kicserélhető Mn és a könnyen redukálható Mn mennyiségének összegezésével kapjuk. Vizsgálataink során a kicserélhető Mn-ben a vízben oldható Mn is benne foglaltatott, mivel ezt külön a kicserélhető Mn meghatározása előtt nem állapítottuk meg. A pedogén Fe vagy Mn a Tamm-szerint kivont Fe-t jelenti, a felvehető Fe illetve az aktív Mn levonása után. Ezt a fogalmat azért vezettük be, hogy külön válasszuk a növénytáplálkozásban aktív szerepet nem játszó frakciókat.

Vizsgálati eredmények és azok értékelése

A különféle meghatározásoknak 6 szelvény mintaanyagán kapott eredményeit az 1. táblázat tartalmazza.

A pH és szervesanyag-tartalomra vonatkozóan részletesebb adatokat mutatunk be, de az általános tendencia megfelel az előző közleményünkben [2] ismertetetteknek.

Az 5. szelvény felső 5 cm-es rétegét kivéve (13–26 mg/kg) a kicserélhető Mn-tartalom általában valamennyi talajban kicsi (0,10–3,67 mg/kg). A kicserélhető Mn a talajok felső 38 cm-es rétegében koncentráltódott. A kapott értékek nagyobbak voltak, mint ASHAYE homokkő talajokon kapott értékei [1].

A könnyen redukálható Mn eloszlásában semmilyen szabályszerűség nem mutatkozott, mivel a felhalmozódási szintek különböző mélységekben helyezkednek el.

Az aktív Mn eloszlásának a menete szoros összefüggésben volt a könnyen redukálható Mn-ével, mivel ez tette ki jelentős részét, tekintve, hogy a kicserélhető Mn-tartalom viszonylag kicsi volt. Ezek az értékek is nagyobbak voltak ASHAYE [1] homokkő talajokon kapott értékeinél.

Az 1. és 2. szelvényekben a kicserélhető Mn-tartalomnak az aránya a felvehető Fe-hez a felső talajszintben közel egy volt, majd a szelvényben lefelé haladva fokozatosan csökkent. A 4. szelvényben a felső szintben az arány tág volt, majd a szelvényben lefelé haladva csökkent. A közepes drénezettségű 5. szelvényben ez az arány a szelvényben a mélységgel szintén csökkent, míg a

1. táblázat

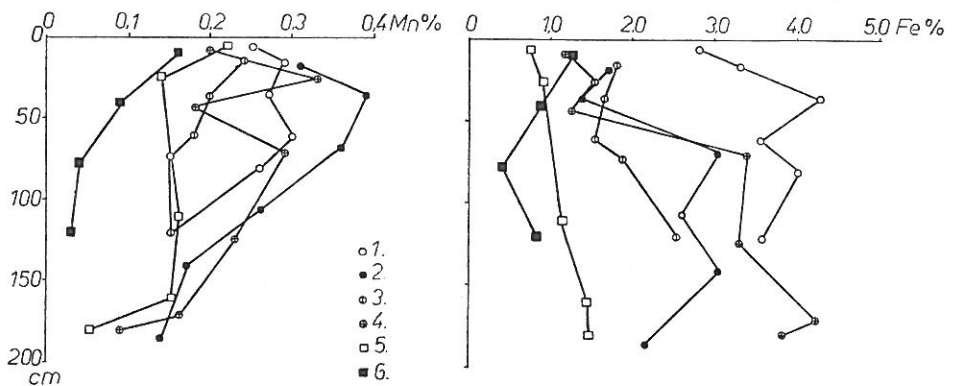
A vizsgált talajok kémhatása, szervesanyagtartalma, valamint Mn és Fe frakciói

(1) Szelvény száma és mintavétel mélysége, cm	pH	(2) Szerves anyag %	(3) Mn mg/kg			(4) Fe mg/kg		
			kicsérélhető	könnyen redukálható	aktív	Tamm-oldattal kivont	felvehető	
1. szelvény (jól drénezett)								
0—5	7,4	5,65	2,40	141,8	144,2	2 657	28 019	2,91
5—15	6,5	0,72	1,87	150,6	152,5	3 004	33 013	2,82
15—35	6,2	0,61	0,27	539,7	540,0	3 226	43 569	3,43
35—60	6,3	0,52	0,33	190,9	191,2	3 050	35 401	2,43
60—80	6,4	0,39	1,38	167,3	168,7	2 720	40 207	2,78
80—120	6,5	0,20	0,42	271,4	271,8	1 787	35 838	3,87
2. szelvény (jól drénezett)								
0—18	6,9	1,60	2,40	20,6	23,0	3 099	16 856	2,70
18—36	6,1	0,44	2,80	83,9	86,7	3 969	13 675	3,22
36—68	6,2	0,54	1,76	84,3	86,0	3 732	30 406	4,00
68—105	6,4	0,48	2,11	259,7	261,8	2 863	26 062	2,87
105—140	6,2	0,37	1,29	234,5	235,8	1 898	30 412	4,00
140—185	5,9	0,20	1,05	188,2	200,3	1 629	21 500	4,34
4. szelvény (jól drénezett)								
0—7	6,2	1,54	3,67	79,8	83,4	2 085	11 727	0,30
7—25	5,3	0,50	2,86	75,0	77,8	3 413	15 425	5,15
25—43	5,4	0,28	1,99	99,3	101,3	1 945	12 470	4,66
43—70	5,6	0,41	1,98	89,5	91,4	3 005	33 707	13,64
70—123	6,0	0,33	0,77	144,3	145,1	2 467	33 012	1,15
123—170	5,8	0,22	0,69	25,5	26,1	1 581	42 307	2,20
170—180	6,0	0,26	1,03	48,3	49,3	997	28 225	7,03
5. szelvény (közepesen drénezett)								
0—5	6,9	2,98	13,26	125,4	138,6	2 325	7 390	3,27
5—25	6,3	0,27	2,07	290,4	292,5	1 661	8 865	1,96
25—110	6,4	0,08	1,37	122,6	124,0	1 724	11 208	3,48
110—160	6,4	0,03	0,10	93,9	94,0	1 550	14 208	2,18
160—180	6,4	0,07	0,90	76,2	77,1	633	14 575	3,26
3. szelvény (rosszul drénezett)								
0—15	6,2	1,37	0,63	192,8	193,4	2 615	18 070	34,13
15—35	6,6	0,51	0,20	71,0	71,2	2 085	16 515	4,71
35—60	6,8	0,50	0,12	163,4	163,6	1 913	15 420	1,85
60—73	6,7	0,39	0,15	60,4	60,6	1 518	18 677	6,52
73—120	6,8	0,28	0,44	56,8	57,3	1 534	25 412	5,55
6. szelvény (rosszul drénezett)								
0—10	6,3	2,76	0,23	239,5	239,8	1 824	12 640	4,56
10—40	6,2	0,87	0,03	130,4	140,4	992	8 690	13,33
40—80	6,5	0,19	0,34	0,2	0,5	396	3 908	7,82
80—120	6,4	0,08	0,33	0,5	0,8	3 165	8 258	4,91

kicsérélhető Mn-tartalom alacsony szintje miatt a 3. és 6. szelvényben végig kiesi volt.

Az aktív Mn-nek a felvehető Fe-hez viszonyított aránya valamennyi talajban, a drénezettségétől függetlenül, igen tág volt.

Az 1. táblázat adatai szerint a Tamm-szerint kivonható Mn és Fe mennyisége valamennyi talajban nagy volt. Abból a célból, hogy az eredeti talaj Fe és Mn-tartalmának azon részét, amely közvetlenül részt vesz a növénytáplálásban elválasszuk a drénvíz, bevonatok vagy konkréciók Fe és Mn tartalmától, a felvehető Fe és aktív Mn értékekből levontuk a Tamm-oldattal kivonható Fe és Mn mennyiségét. Az így nyert adatokat pedogén Fe és Mn-nak neveztük, s mennyiségük alakulását az 1. táblázatban tüntettük fel.



1. ábra

A pedogén Mn és Fe eloszlása az 1—6. talajszelvényekben

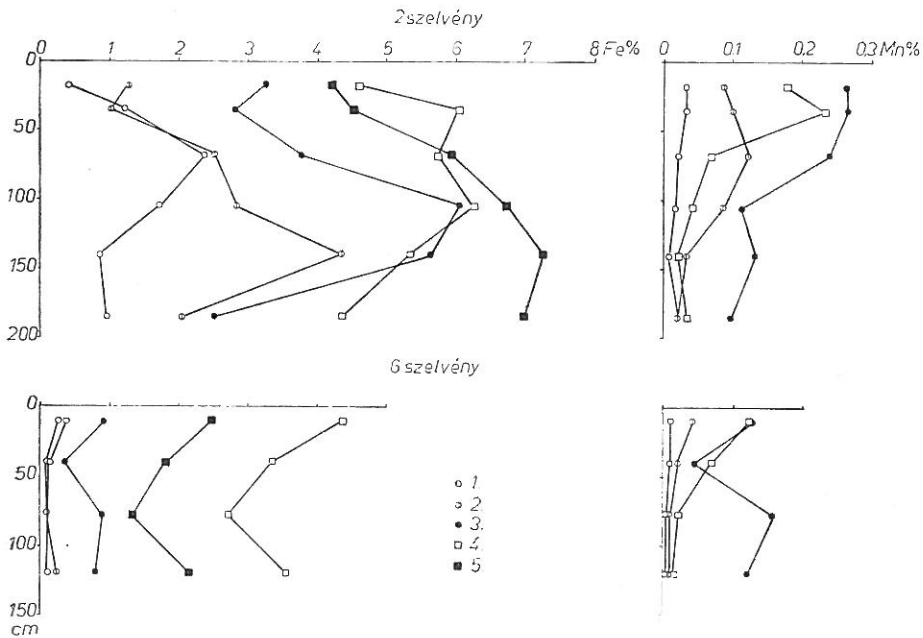
Az 1. ábrán látható, hogy az 1. 2. és 4. szelvényben az Fe és Mn két felhalmozódási szintje jelentkezett. A 2. szelvényben két Fe és egy Mn felhalmozódási szint volt, az utóbbi csaknem egybeesett az első Fe felhalmozódási szinttel. A közepes drénezettségű talajban (3. szelvény) sem Fe, sem Mn felhalmozódási szint nem volt megfigyelhető mindkét alkotórész koncentrációja a szelvényben lefelé fokozatosan növekedett. A rossz drénezettségű talajokban (3. és 6. szelvény) Fe és Mn felhalmozódási szint nem alakult ki. Mindkét elem koncentrációja ez esetben a szelvényben lefelé egy bizonyos mélységig csökkent, majd ismét növekedett. Általában az Fe illetve Mn koncentrációk görbéjének szelvénybeni lefutása és a talajok drénviszonyai között összefüggés mutatkozott: jó drénviszonyok esetén a lefutást ábrázoló görbék alakja konvex volt, rossz drénviszonyok esetében konkáv, és a két eset között képeztek átmenetet a közepes drénviszonyú talajok görbéi. Az Fe koncentrációja minden esetben nagyobb volt a Mn-énál.

A különböző Fe és Mn formák, valamint a talaj pH-ja, szervesanyag tartalma között korrelációs számításokat végeztünk. Ugyancsak ilymódon hasonlítottuk össze az egyes Fe- valamint Mn-formák mennyiségét is.

- Az egyes szelvényeken belül,
- valamennyi szelvény összességében,
- valamennyi jól drénezett szelvény összességében,
- valamennyi rosszul drénezett szelvény összességében.

A pH és a többi mért talajjellemező között nem volt szignifikáns korreláció. A szervesanyag-tartalom és a kicserélhető Mn-tartalom között csak a közepes és rossz drénezettségű talajokban volt szignifikáns összefüggés. A pedogén Fe- és a pedogén Mn-koncentrációja között a rossz drénviszonyú talajokban 5%-os valószínűségi szinten szignifikáns korreláció volt tapasztalható. A különböző Fe- és Mn-formák között más statisztikailag igazolható összefüggés nem volt kimutatható.

Az eredeti talaj összes Fe-tartalom valamint az egyes szemcseméret-frakciókból Tamm-szerint kivonható Fe- és Mn-mennyiségek adatai a 2. ábrán



2. ábra

Tamm szerint kivont Fe és Mn eloszlása a talaj szelvényben az eredeti talajban és az egyes szemcsefrakciókban. 1. A durva homokban. 2. A finom homokban. 3. Az iszapban. 4. Az agyagban. 5. Az eredeti talajban.

láthatók. A Tamm-szerint kivont Fe-tartalom növekedése a mélységgel a vizsgált két szelvény esetében ugyanolyan jellegű volt, mint az eredeti talaj pedogén Fe-tartalmának a mélységi lefutása (1. ábra). Ez a hasonlóság különösen éles volt az agyagfrakciókban. A Tamm-szerint kivont Fe-mennyisége a szemcsefrakciók méreteinek csökkenésével a drénviszonyoktól függetlenül nőtt, általában azonban a jó drénezettségű talajok különböző szemcsefrakcióinak a Fe-tartalma nagyobb volt, mint a rossz drénezettségű talajok megfelelő szemcseméret frakciói esetében.

A különböző szemcseméretű frakciók Tamm-szerint kivont Mn-tartalmának mélységi eloszlása a 6. szelvény iszapfrakcióját kivéve, hasonló volt az eredeti talaj pedogén Fe-tartalmának alakulásához. Mindkét talajban az iszapfrakciókban volt a legnagyobb a Tamm-szerint kivont Mn-tartalom.

A Tamm-szerint kivont Mn-tartalom valamennyi szemcsefrakció esetében a jól drénezett talajokban volt nagyobb.

A jól drénezett szelvényekben az eredeti talaj összes Fe-tartalma a szelvényben lefelé haladva növekedett, míg a rosszul drénezett talajokban a szelvény mélységben ugyanúgy alakult, mint a Tamm-szerint oldható, vagy a pedogén Fe.

Következtetések

Valamennyi vizsgált talajban kicsi volt a kicserélhető Mn-mennyisége. Ennek ellenére az aktív Mn készlet (azaz a kicserélhető Mn + könnyen redukálható Mn) a növények növekedése számára kielégítőnek látszik. Ha erre — mint alsó határ — a 20 mg/kg érték elfogadható, úgy valamennyi vizsgált talaj Mn-ellátottsága bőségesnek tekinthető.

OLSON és CARLSON [8] határértékei alapján a vizsgált talajok felvehető Fe-mennyiségét a növények növekedésének a biztosítására eléggé nagyra tarthatjuk. Emellett szól az a tény is, hogy a szóbanforgó körzetben a talajokon Fe-hiányáról eddig még nem számoltak be. Nem ismeretes azonban, hogy a jelenlegi készlet hány természetes ciklus igényét képes kielégíteni.

A talajokban nagy Fe- és Mn-mennyiségek álltak a talajképződési folyamatok rendelkezésére. A pedogén Fe valamennyi talajban sokkal nagyobb mennyiségben volt jelen, mint a pedogén Mn, és mindkét elemről több volt jelen jó drénviszonyok esetében. Ekkor a szelvényben lefelé a pedogén Fe- és Mn-tartalmak először növekedtek, majd kissé csökkentek és így mélységi lefutásuk konvex görbével ábrázolható. Rossz drénviszonyok esetében a szelvényben lefelé először csökkentek a koncentrációk, majd egy ponttól kezdve ismét növekedtek és így az eloszlás görbéje konkáv.

Az egyes szemcseméret-frakciókban talált pedogén Fe-t és Mn-t külön nem tüntetjük fel, mivel az egyes frakciókban a felvehető Fe- és aktív Mn-mennyiséget külön nem határoztuk meg. Nem tartottuk ugyanis valószínűnek, hogy a Tamm-szerint kivont Fe- vagy Mn-mennyiségében és eloszlásuk jellegében valamilyen szignifikáns hatást lehetett volna kimutatni. Az eredeti talaj/pedogén Fe-, illetve Mn-tartalmának *a*) mélységbeni eloszlása igen hasonló az egyes szemcsefrakciók pedogén Fe- és Mn-tartalmához, ami a mállás egyenletessége mellett szól. A finomabb Fe- és Mn-tartalma minden bizonnyal főképpen felszíni hatásoknak a következménye.

A felső talajszintben végbemenő erőteljesebb mállás következtében várhatóan több Fe és Mn szabadul fel az elmálló részecskékből. Ez pedig oda vezet, hogy a szelvényben lefelé csökken az Fe- és Mn-mennyisége. Vizsgálataink szerint a drénviszonyok számottevően módosították ezt a képet. Jó drénviszonyok esetében a lemosódás, valamint a felhalmozódás következtében a mélységi eloszlás konvex görbével jellemezhető, míg a konkáv eloszlási görbe kialakulása főképpen a változó talajvízszintnek volt tulajdonítható.

A szerzők köszönetüket fejezik ki a Nyugati Országgrész Mezőgazdasági Minisztériumának a munkához szükséges anyagi eszközök biztosításért, valamint Mrs. G. Odetolának a laboratóriumi vizsgálatokban nyújtott segítségéért.

Összefoglalás

A talajszintek többségében a kicserélhető Mn-tartalom csekély (0,10—3,67 mg/kg) volt. Ennek legnagyobb része a talaj felső 40 cm-es rétegében halmozódott fel.

A könnyen redukálható Mn-koncentrációja 0,20 és 540 mg/kg között váltakozott. Rossz drénviszonyok között (a 3. és 6. szelvényekben) ennek mennyisége kisebb volt, mint jó drénviszonyok között.

A felvehető Fe-tartalom 0,3 és 34 mg/kg között ingadozott.

A talajban a felvehető Fe, valamint a kicserélhető + könnyen redukálható (aktív) Mn-mennyisége a természetett növények többsége számára kielégítő volt. Nem ismeretes azonban, hogy hány természetési ciklus alatt merülhetnek ki ezek a készletek.

A talaj pedogén Fe (= Tamm-féle oldattal kivonható Fe- felvehető Fe) és Mn (= Tamm-féle oldattal kivonható Mn- aktív Mn) mennyisége jóval felülmúlta a felvehető Fe- és az aktív Mn-mennyiségét. A talaj drénviszonyaitól függően a pedogén Fe- és Mn-tartalom alakulása a talajszelvényben a mélység függvényében eltérő volt. Jó drénviszonyok között konvex, rossz drénviszonyok között konkáv, míg közepes drénviszonyok között átmeneti jellegű volt a mélységbeni eloszlás görbéje.

A talajrézescskék egyes frakcióiból a Tamm-féle oldattal kivont Fe- és Mn-mennyiségeknek a mélységbeni eloszlása közel ugyanolyan volt, mint az eredeti talajban talált pedogén Fe- és Mn-tartalomnak a mélységbeni eloszlása. Valamivel nagyobb volt a finomabb részecskék Fe- és Mn-tartalma.

A meghatározott mennyiségek között korrelációt keresve, csak a rosszul drénezett talajokban, a pedogén Fe- és Mn-tartalom között sikerült 5%-os valószínűségi szinten szignifikáns összefüggést kimutatni. A többi paraméter egymástól független volt.

Irodalom

- [1] ASHAYE, T. I.: Forms of Manganese and Their Distribution in Nigerian Ferrallitic Soils. West Afric. J. Biol. Appl. Chem. **12**. 3—12. 1969.
- [2] ASHAYE, T. I. & OGUNFOWORA, M. A.: Talajképződési folyamatok humid trópusi viszonyok között durvaszemés gránit kőzeten. I. Agrokémia és Talajtan. **20**. 83 - 96. 1971.
- [3] BLACK, C. A. (ed.): Methods of Soil Analysis. Part 2. 963—973 p. Amer. Soc. Agron. Madison. 1965.
- [4] BREWER, R.: Fabric and Mineral Analysis of Soils. Wiley. New York—London. 1964.
- [5] ENDREDEY, A. D.: Estimation of Free Iron Oxides in Soils and Clays by a Photolytic Method. Clay Min. Bull. **5**. 209—217. 1963.
- [6] JACKSON, M. L.: Soil Chemical Analysis. Constable. London. 1958.
- [7] LEEPER, G. W.: Forms and Reaction of Mn in the Soil. Soil Sci. **63**. 79—94. 1947.
- [8] OLSON, R. V. & CARLSON, C. W.: Iron Chlorosis of Sorghums and Trees as Related to Extractable Soil Iron and Manganese. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. **14**. 109—112. 1950.
- [9] OSZTROVSZKAJA, L. K. & ZAJKO, Sz. I.: Posztuplenie i peredviznenie zseleza v molodüh derev'jah jabloki. Agrohimiya (7) 78—83. 1968.

Érkezeti: 1971. március 15.

**Pedogenesis and Associated Features in Coarse Grained
Granitic Rocks under Humid Tropical Conditions**
II. The Nature, Content and Distribution of Iron and Manganese

T. I. ASHAYE and M. A. OGUNFOWORA

Research Division, Ministry of Agriculture and Natural Resources, Ibadan (Nigeria)

Summary

Exchangeable Mn was low, ranging between 0.10 and 3.67 ppm, in most of the soil horizons. Most of it was concentrated in the top 15 inches of the soils.

Easily reducible Mn was variable, between 0.20 and 539.73 ppm but the poorly drained soils (Profiles 3 and 6) had lower contents than their better drained counterparts.

Available Fe in the soils ranged between 0.3 and 34 ppm.

The amounts of available Fe and exchangeable Mn plus easily reducible Mn (active Mn) appeared to be adequate for most of the crops. It is not certain, however, how many cycles of cropping can be supported before the soil is exhausted.

Pedogenic Fe of the whole soil (Tamm's Fe — available Fe) and pedogenic Mn of the whole soil (Tamm's Mn — active Mn) were much higher than available Fe and active Mn, resp. They displayed similar depth functions — convex curves — for the well drained soils, concave curves for the poorly drained ones and a curve of intermediate shape for the moderately well drained soil.

Tamm's Fe and Mn of the particle-size fractions of the two profiles studied displayed similar depth functions as pedogenic Fe and Mn of their corresponding whole soil. More Fe or Mn seemed however to be associated with the finer particles.

Among the relationships studied only that between pedogenic Fe and Mn of the poorly drained soils was statistically significant at $P = 0.05$. All other parameters were independent of one another.

Table 1. pH, organic matter content and Fe and Mn fractions of the soils examined. (1) Profile No. and sampling depth, cm. (Profiles, 1, 2 and 4 were well drained, Profile 5 moderately well drained, Profiles 3 and 6 were poorly drained). (2) Organic matter, %. (3) Exchangeable, easily reducible, active and Tamm's Mn, mg/kg. (4) Tamm's and available Fe, mg/kg.

Fig. 1. Depth functions of pedogenic Mn and Fe. Profiles Nos. 1—6

Fig. 2. Depth functions of Tamm's Fe and Mn in the soil profiles (Nos. 2 and 6), in the different particle size fractions and total Fe of the whole soil. In 1. coarse sand; 2. fine sand; 3. silt; 4. clay. 5. Total Fe in the whole soil.

**Bodenbildungsprozesse in grobkörnigem Granitgestein
unter humiden Tropenverhältnissen**
**II. Eigenschaften, Menge und Verteilung der Eisen- und
Manganverbindungen**

T. I. ASHAYE und M. A. OGUNFOWORA

Abteilung für Forschung des Ministeriums für Landwirtschaft, Ibadan (Nigeria)

Zusammenfassung

Der Gehalt an austauschbarem Mangan war in allen Horizonten gering (0,10 — 3,67 mg/kg). Der grösste Teil dieser Menge häufte sich in den obersten 40 cm Schichten der Böden an.

Die Konzentration des reduzierbaren Mangans lag zwischen 0,20 und 540 mg/kg, sie war aber bei ungünstigen Dränverhältnissen (Profil No. 3 und No. 6) geringer, als unter guten Dränverhältnissen.

Der Gehalt an aufnehmbarem Eisen lag zwischen 0,3 und 34 mg/kg.

Die Menge des aufnehmbaren Eisens und des austauschbaren + reduzierbaren (d.h. „aktiven“) Mangans im Boden war für die Mehrheit der dort gezogenen Pflanzen

ausreichend. Es ist aber unbekannt im Laufe wie vieler Produktionszyklen dieser Vorrat aufgebraucht werden kann.

Die Menge des an den Bodenbildungsprozessen teilnehmenden Eisens (= mit der TAMMSchen Lösung extrahierbares Fe — aufnehmbares Fe (und Mangans (= mit der TAMMSchen Lösung extrahierbares Mn — aktives Mn) war viel grösser, als die Menge des aufnehmbaren Eisens und des aktiven Mangans. Der Gehalt an pedogenem Fe und Mn in den einzelnen Bodenprofilen war von den Dränverhältnissen abhängig in den einzelnen Tiefen verschieden. Seine als Funktion der Tiefe aufgezeichnete Verteilungskurve war bei guten Dränverhältnissen konvex, bei schlechten konkav und bei mittelmässigen hatte sie eine Übergangsform.

Die Tiefenverteilung der mit der TAMMSchen Lösung aus den einzelnen Fraktionen der Bodenteilchen extrahierten Menge des Eisens und des Mangans war ganz naheliegend zu derjenigen des im Boden auffindbaren pedogenen Eisen- und Mangangehaltes. Der Eisen- und Mangangehalt der feineren Teilchen war etwas grösser.

Unter den untersuchten Mengen gelang es nur zwischen den Gehalten an pedogenem Fe und Mn, in Böden mit schlechten Dränverhältnissen eine, bei $P = 5\%$ signifikante Korrelation zu finden. Alle übrigen Parameter waren von einander unabhängig.

Tab. 1. pH-Wert, Gehalt an organischer Substanz und Mn- sowie Fe-Fraktion der untersuchten Böden. (1) Nummer des Profils und Tiefe der Probenahme, cm. Die Dränverhältnisse sind in den Profilen No. 1., 2. und 4. gut, im Profil No. 5. mittelmässig, in den Profilen No. 3. und 6. schlecht. (2) Organische Substanz, ‰. (3) Austauschbares, leicht reduzierbares, aktives und mit der TAMMSchen Lösung extrahiertes und aufnehmbares Fe, mg/kg.

Abb. 1. Verteilung des pedogenen Mangans und Eisens in den einzelnen Profilen. Nummer der Profile 1—6.

Abb. 2. Verteilung des mit der TAMMSchen Lösung extrahierten Eisens und Mangans in den einzelnen Fraktionen der Bodenprofile No. 2. und 6. und des gesamten Eisengehaltes des Bodens. 1. im groben Sand. 2. im feinen Sand. 3. im Schlamm. 4. im Lehm. 5. gesamter Fe-Gehalt des Bodens.

Процесс почвообразования, проходящий в гумидных тропических условиях на крупнозернистом граните

II. Происхождение, содержание и распределение соединений железа и марганца

Т. И. АШАИ и М. А. ОГУНФОВОРА

Отделение Научных Исследований при Министерстве Сельского Хозяйства Ибадан (Нигерия)

Резюме

В горизонтах почвы содержание ионов обменного натрия и марганца было незначительным (0,10—3,67 мг/кг). Значительная часть их накоплялась в верхнем 40 сантиметровом слое почвы.

Концентрация легко редуцируемого марганца изменялась в пределах 0,20 и 540 мг/кг, но в неблагоприятных дренажных условиях (в разрезах 3. и 6.) концентрация его была значительно ниже, чем в почвах с хорошим дренажем.

Содержание подвижного железа изменялось в пределах от 0,3 до 34 мг/кг.

По всей вероятности, уровень содержания в почве подвижного железа и обменного + легкоредуцируемого марганца (активного) благоприятен для выращиваемых культур. Одно не известно, за сколько производственных циклов этот запас может истощиться.

Количество железа (железо растворимое в растворе Тамма — усвояемое железо) и марганца (марганец растворимый в растворе Тамма — активный марганец) намного превышает содержание усвояемого железа и активного марганца. В зависимости от дренажных условий образование педогенного железа и марганца было различным по глубине почвенного профиля. Кривая распределения по глубине для почв с хорошими дренажными условиями имела характер «конвекс», с плохими дренажными условиями — характер «конкав» Для почв со средними дренажными условиями кривая распределения железа и марганца имела переходный характер.

Распределение по профилю железа и марганца растворимых в растворе Тамма и выделенных из различных механических фракций почвы было примерно таким же, как и распределение педогенного железа и марганца по всей толще почвенного профиля. Содержание железа и марганца было немного выше во фракции более мелких частичек.

Устанавливая зависимости между найденными величинами, можно указать на достоверную связь (на 5% уровне вероятности) между содержанием педогенного железа и марганца в слабо дренированных почвах. Остальные параметры не зависели друг от друга.

Табл. 1. Реакция среды изученных почв, содержание в них органического вещества, а также фракции марганца и железа. (1) Номер разреза и глубина взятия образцов в см. (Разрезы 1., 2., 4. отличаются хорошими дренажными условиями, разрез 5 — средними, разрезы 3. и 6. неудовлетворительными дренажными условиями). (2) Органическое вещество в %. (3) Содержание марганца в мг/кг — обменного, легко восстанавливаемого, активного и растворимого в растворе Тамма.

Рис. 1. Распределение педогенного марганца и железа по почвенному разрезу. 1—6. номера разрезов.

Рис. 2. Распределение марганца и железа, растворимых в растворе Тамма (Разрезы 2. и 6.) по почвенному профилю, в исходной почве и в отдельных фракциях. 1. Во фракции грубого песка. 2. Во фракции тонкого песка. 3. В илистой фракции. 4. В глинистой фракции. 5. В исходной почве.