

4196

Különlenyomat az Erdészeti Lapok 1933. évi VII—VIII. és IX. füzetéből.

249518



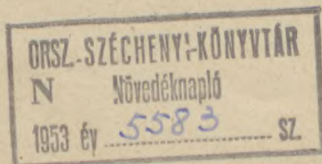
## Az erdőtalaj kálium és foszforsavgazdálkodása és annak gyakorlati jelentősége

Dr. Fehér Dánieltől.

Az elmúlt évben már ismételtén foglalkoztam az erdőtalaj anyagsere-körfolyamatainak egyes jellemző jelenségeivel. Különösen behatóan foglalkoztam az erdőtalaj lélekzésével és ezzel kapcsolatosan az erdőállományok asszimilációs tevékenységével, hasonlóképen ugyancsak ismertettem az erdőtalaj nitrogénanyagsere körfolyamatának fontosabb mozzanatait is.

Ezekkel a vizsgálatokkal párhuzamosan a vezetésem alatt álló Intézetben behatóan foglalkoztunk az erdőtalaj ásványi anyagkészletének másik két nagyon fontos tényezőjével, az erdőtalaj kálium- és foszforsavtartalmával. Az alföldi homokos erdőtalajok foszforsavgazdálkodását már nagy vonásokban ismertettem és rámutattam ezen vizsgálatok nagy fontosságára az Alföldfásítás ügyével kapcsolatban. A következőkben most már elsősorban a kötött erdőtalajaink jellemző foszforsav- és kálium-anyagsere mozzanataival fogok foglalkozni.

Ennek a problémának a kidolgozásánál azonban a mi hazai viszonyaiknál sokkalta messzebbterjedő és általánosabb képet fogok adni. Nevezetesen, hogy a vizsgálati eredményeket egymással jól össze lehessen hasonlítani s azután gyakorlati szempontból Európa különböző erdőtalajainak ásványi anyagkészletét egymással és a hazai viszonyokkal össze lehessen hasonlítani, a kutatásokat regionális alapon végeztük, úgyhogy a magyar Alföld déli peremétől egészen az erdőtenyészet északi horizontális határáig több jellemző, egymással okozati összefüggésben levő erdőtípus viszonyait dolgoztuk fel.



249518





A kérdés megoldásánál azonban már a bevezetésben hangsúlyoznom kell, hogy az erdőtalaj szénsavtermelése, továbbá az erdőtalaj nitrogéngazdálkodása egészen más természetű jelenségek, mint az erdőtalaj kálium- és foszforsavtartalmának, illetőleg ezen tényezők változásainak egybekapcsolódása. A fák ugyanis asszimilációs tevékenységüknél szükséges szénsavat túlnyomórészen a levegőből nyerik és azt a szénsavmennyiséget, amely az erdőállományok kihasználásával kivitt cellulose-tömeggel az erdőtalaj háztartása számára véglég elveszik, az erdő a levegő szénsavkészletéből megint pótolni tudja. Az elvitt fatömegből is később, ha tüzelési célokra használjuk fel, vagy ha a fát termőhelyen hagyjuk, évtizedek alatt a korhadásnak esik áldozatul s így tulajdonképpen végső korhadási terméként szénsav képződik, amely a levegőtenger szénsavtartalmában tulajdonképpen egy állandó egyensúlyi állapotot hoz létre.

Közel hasonló a helyzet az erdőtalaj nitrogéngazdálkodásánál is. Tudjuk ugyanis, hogy egy sereg baktériumfaj, amely a talajban él, a levegő szabad gázalakú nitrogénjét megkötni képes és ennél fogva azt a nitrogénmennyiséget, amelyet a főhasználati és előhasználati fatömegekkel kiviszünk, ezeknek a baktériumoknak a tevékenysége révén az erdőtalaj helyes kezelése és ápolás mellett a levegőből túlnyomórészen pótolni tudja. Rá kell itt mutatnom a nitrogénvegyületek, különösen a nitrátok nagy oldhatóságára is, amelyeket az esővíz állandóan a talajba mos le és amelyek végeredményben a denitrifikáló baktériumok működése következtében megint csak gázalakú nitrogénné változnak és így bizonyos mértékben a talajban lakó nitrogénkötő baktériumok által hasznosíthatók lesznek.

Ezzel ellentétben az erdőtalaj kálium- és foszfortartalmának egyensúlyát, a fokozatos főhasználati és előhasználati kihasználás lassanként meg fogja bolygatni. Igaz ugyan, hogy a földkéreg bomlása folytán az alsóbb talajrétegekben fokozatosan mindig bizonyos mennyiségű foszfor- és káliummennyiség fog jutni, sőt azt is tudjuk, hogy a vízhordalékkal, különösen hegyvidékeken mindig bizonyos mennyiségű ilyen vegyületek juthatnak a talajba s végül még a talajra állandóan hulló por is gazdagítja annak ásványi anyagtartalmát.



Mindezek a tényezők azonban nem elegendők arra, hogy különösen intenzív gazdálkodás esetén pótolni tudják az elhasznált ásványi anyagtartalmat. A mezőgazdaság, amely gyorsan használja ki a talajt és az egész termésmennyiséget a termőterületről elhordja, már hosszabb idő óta érzi a foszfor- és káliumsók hiányát. Ezen itt a műtrágyázással segítenek. Sőt a mezőgazdasági kihasználás annyira intenzív lehet, hogy amint tudjuk, még a nitrogénvegyületek kihasználása is oly fokozott mérvű lehet, hogy a talajban élő nitrogénkötő baktériumoknak nincs idejük a hiány pótlására és nitrogénhiány áll be, amelyen szintén műtrágyázással, vagy oly növények ültetésével segítenek, amelyeknek gyökereivel nagymennyiségű, a levegő szabad nitrogénjét megkötő laktérium él szimbiózisban és így ezen gyökök korhadásakor közvetve a levegő gázalakú nitrogénmennyisége lesz megint a talajnak átadva.

Éppen azért már ismételten rámutattam arra, hogy helytelen lenne azt hinnünk, hogy bármilyen rossz állapotban levő erdőtalajt a rátelepített állomány meg fogja javítani. A javítás csak viszonylagos. Tudniillik nitrogén- és szénsavban gazdag anyagok tekintetében csakugyan beáll bizonyos javulás, hiszen az erdő a levegő szénsavtartalmát megköti és nehezen korhadó, bomló anyagok alakjában a talajra juttatja, ahol azután egy bizonyos mértékű tartalék halmozódik fel. Ugyanaz áll a nitrogéntartalmú anyagokra is, amelyeknek létrejöttében szintén jelentős szerepet játszik a levegő szabad nitrogénjének a megkötése, de másrészt a talajban levő nitrogént a fák felveszik és helyes gazdálkodás esetén nehezen korhadó és nehezebben oldható nitrogéntartalmú vegyületekké alakítják, úgyhogy ezekben is bizonyos tartalék halmozódhatik fel.

A foszfor- és káliumgazdálkodás szempontjából a helyzet más. Ugyanis a lehulló levelek és ágak lassú korhadása következtében ezek az anyagok is csak fokozatosan jutnak bele a talajba, de ha mi elvisszük a fő- és előhasználati fatömegeket, úgy idővel egy adott talajtérfogat foszfor- és káliumtartalmát mégis ki fogjuk használni. Hogy milyen hosszú lesz ez az idő, az természetesen az egyes fák foszfor- és káliumigényével és azután a vágásforduló nagyságával függ össze. Azonban bizo-



nyos fokú javítást itt is végez az erdő. Tudniillik a mélyreható fagyókerek a talajnak alacsonyabban fekvő szintjébe kerülő kálium- és foszforsavmennyiségeket is ki tudják használni, amelyek részben a levelek lehullásával közvetve jutnak a talajra, úgyhogy a felső talajszíntek ásványi anyagtartalma ilyenmódon gazdagodni fog. Ilyenkor természetesen az erdő mint egy szivattyú működik, azonban hosszú évezredek vége alapul, nem nehéz rájönnünk arra, hogy idővel mégis bizonyos elhasználódás fog bekövetkezni. Ez a felhasználódás a mi kötött erdőtalajainkon még nem érezhető. Az Alföldön azonban, ahol a rövid vágásfordulójú és ennek következtében nagyigényű ákácot tenyésztettük, — amint éppen az alföldi homokos erdőtalajok foszforsavgazdálkodására vonatkozó vizsgálataink mutatják, — már jelentkezik a talajnak az elgyengülése, úgyhogy itt az eddigi erdőgazdasági módszereink megváltoztatására volt szükség.

Bizonyos fokig komplikálja a talaj kálium- és foszforsavgazdálkodásának megítélését az a körülmény is, hogy a kálium és foszforsav a talajban kétféle formában van jelen. Az egyik az úgynevezett oldhatatlan kálium- és foszforvegyületek mennyisége, amelyek a talaj kálium- és foszforvegyületeinek túlnyomó részét képezik és csak egy kisebb, viszonylagos mennyiség az, amely olyan oldható állapotban jelentkezik, hogy a növények gyökerei könnyen fel tudják venni. Természetesen idővel mindig számolni kell azzal, hogy az egyelőre oldhatatlan állapotban levő kálium- és foszforvegyületek is felvehető állapotba jutnak. Különösen a foszforvegyületeknek oldhatósági viszonyait nagyon megnehezíti az a körülmény, hogy az erdőtalaj savanyúsága következtében itt a mészhiány folytán alumíniumfoszfátok keletkeznek, amelyek természetesen már nehezebben vehetők fel a növények gyökerei által.

Úgy erre a kérdésre, mint az egyelőre oldhatatlan káliumvegyületek oldható állapotba való hozatalára vonatkozólag még beható vizsgálatokra van szükség. Azonban gyakorlati szempontból nem tévedünk akkor, ha feltételezzük, hogy ezek a most oldhatatlanoknak látszó vegyületek idővel végül mégis csak részben oldható állapotba fognak jutni. Éppen ezért a



későbbiekben, amikor majd számításokat fogunk végezni az erdőtalaj kálium- és foszforsavtartalmának mennyiségére és időben vett elegendőségére, tulajdonképpen mindig majd az összkálium- és összfoszforsavtartalommal fogunk számolni.

Általában azonban, hogy valamilyen talaj kálium- és foszforsavtartalmáról közvetlen felvilágosítást kapjunk, még pedig olyan felvilágosítást, amelyet gyakorlatilag is lehet hasznosítani, célszerű a vizsgálatokat úgy elvégezni, hogy a fősúlyt nem annyira a talajban levő oldhatatlan kálium- és foszforvegyületekre fektetjük, hanem meghatározzuk azokat a vegyületeket, amelyek 1%-os citromsavban oldhatók, miután az 1%-os citromsav oldóereje az idevonatkozó élettani vizsgálatok szerint körülbelül megegyezik a gyökerek oldóképességével. Persze, ez a kérdés is most még beható vizsgálatra szorul és egyáltalában nincsen véglegesen eldöntve, de az eddigi eredmények feljogosítanak-e annak feltételezésére, hogy az 1%-os citromsavban oldható kálium- és foszformennyiségek nagyjában a gyökerek által felvehető mennyiségeket adják meg.

Rá kell azonban mutatnom arra, hogy mindezeket a problémákat csak a közép-európai rendkívül intenzív és belterjes erdőgazdaság vetette fel. Az idevonatkozó vizsgálatok még kezdetleges stádiumban vannak és ha eltekintünk azoktól a kutatásoktól, amelyeket Henry, Weber és Ebermayer az erdő ásványi anyagtartalmának fokozatos kimerülésére és felhasználására vonatkozólag végeztek és amelyeknek legfeljebb csak általános tájékoztató jellegük lehet, úgy az újabb irodalomban is alig áll idevonatkozólag behatóbb kutatás rendelkezésünkre. Ezen a hiányon óhajtottak a mi vizsgálataink segíteni, amelyeknek eredményei végeredményben most már mélyebb bepillantást engednek az erdőtalaj kálium- és foszforsavgazdálkodásának a menetébe.

A következőkben most már mindenekelőtt a kísérleti területeinket ismertetem.



## A kísérleti terü-

Szám	Kísérleti terület helye	Szélességi fok	Leírása	Tengerszint feletti magasság	Fafaj	Kor	Záródás	Egy-arány
5	Szeged . . . .	46° 15'	homok, futóhomok-buckákkal . . . . .	—	Robinia pseudoacacia	17	0.9	1.0
6	„ . . . .	46° 15'	homok, futóhomok-buckákkal . . . . .	—	Pinus nigra	43	0.9	1.0
7	Kecskemét . .	46° 55'	homok, homokbuckákkal . . . . .	—	Robinia pseudoacacia, Populus tremula	12	0.8	1.0
8	„ . . . .	46° 55'	homoktalaj . . . . .	—	Robinia pseudoacacia	23	0.9	1.0
11	Sopron . . . .	47° 47'	D.-K. Bogenriegel, brenn-bergi rétegek . . . . .	—	Carpinus betulus, Quercus sess., Betula verruc., Pinus silvestris	30	0.7	0.9 0.1
14	„ . . . .	47° 47'	Bogenriegel (friss, homokos agyagtalaj gneiszén). Brenn-bergi rétegek . . . . .	350	Picea excelsa, Larix decidua, Pinus silvestris, Carpinus betulus	39-40	1.0	0.8 0.2
15	„ . . . .	47° 47'	D.-Ny. üde, homokos agyagtalaj kavicsos . . . . .	339	Picea excelsa, Carpinus betulus, Pinus nigra, Larix decidua	21	1.0	0.5 0.3 0.1 0.1
24	„ . . . .	47° 47'	Ny. Botanikus kert, badeni agy. . . . .	233	Parlagon álló terület	—	—	—
31	Eberswalde . .	52° 40'	üde, mély, kötött sárgásbarna diluviális homoktalaj E.-Ny	—	Fagus silvatica	—	—	—
32	„ . . . .	52° 40'	üde, mély, kötött sárgásbarna, diluviális homoktalaj E.-K.	—	Pinus silvestris, Fagus silvatica, Betula alba	75	—	0.9 0.1



## letek leírása.

Szám	Kísérleti terület helye	Szélességi fok	Leírása	Tengerszint-felüli magasság	Faj	Kor	Záródás	Elegy-arány
33	Hallands Väderö . . .	57°	homoktalaj . . . . .	—	Fagus silvatica	100	0.9	—
34	Hallands Väderö . . .	57°	„ . . . . .	—	Pinus silvestris	80	0.8	—
35	Hallands Väderö . . .	57°	humuszban gazdag mocsaras talaj . . . .	—	Abnus glutinosa	—	0.9	—
37	Namdalseid . . .	63° 40'	tipikus podsolprofil . . . .	120	Pinus silvestris	101	—	1.0
38	Baivola . . . . .	60° 17'	üde, morénás agyagtalaj É.	—	Picea excelsa			0.5
					Pinus silvestris	110	0.9	0.4
					Betula odorata			0.1
39	„ . . . . .	60° 17'	üde, morénás agyagtalaj É.-Ny.	—	Picea excelsa	110	0.7	0.5
					Betula odorata			
40	Kivalo . . . . .	66° 50'	üde, morénás talaj, őserdő É.	280	Picea excelsa	200	0.7	0.9
					Betula odorata			0.1
41	„ . . . . .	66° 50'	üde, morénás talaj, őserdő É.-Ny.	270	Picea excelsa	200	0.7	0.6
					Betula odorata			0.4
42	„ . . . . .	66° 50'	homokos morénatalaj	220	Pinus silvestris	80	0.8	1.0
43	„ . . . . .	66° 50'	alluviális homoktalaj	200	Pinus silvestris	80	0.8	1.0
44	Petsamo . . . . .	69° 20'	alluviális homoktalaj, őserdő . . . . .	75	Betula odorata	—	0.3	0.9
					Pinus silvestris			0.1
45	„ . . . . .	69° 20'	homokos, agyagos, morénás talaj, őserdő	75	Betula odorata	—	0.6	1.0
46	„ . . . . .	69° 20'	glaciális agyagtalaj . . . .	75	Betula odorata			1.0
					Alnus incana	100	0.6	egyes törzsek
					Juniperus communis			
					Sorbus aucuparia			
47	Kirkenes . . . . .	69° 30'	moréna, gneisz-félfékből D.-D.-Ny.	30-40	Betula odorata		0.8	1.0



A vizsgálati módszereket csak egészen röviden közlöm. ezeknek a részletes leírását illetően utalok az idevonatkozó előbbi beható értekezéseimre.

Általában a vizsgálatoknál nagy súlyt helyeztünk arra, hogy szakítva az eddigi módszerekkel, ne csak egyes kiragadott tényezőkomplexumokat vegyünk vizsgálat alá, hanem az összes tényezőket a maguk kölcsönös összefüggésében és kölcsönhatásában tegyük kutatásaink tárgyává. Ez szükséges volt azért is, mint azt a vizsgálati eredmények mutatják, mert éppen az intézetben végzett vizsgálatok utalnak arra, hogy nemcsak a talajnak nitrogén- és szén-savgazdálkodása van alávetve az időszaki klimatikus változásoknak, hanem a talaj kálium- és foszfor-gazdálkodása szintén ilyen változásokat mutat. Éppen azért nemcsak egyoldalú fizikó-kémiai vizsgálatokkal kutattuk az erdőtalaj ásványi anyagkészletének változásait és összefüggéseit, hanem ezt talajbiológiai kutatásokkal is kiegészítettük.

Megvizsgáltuk tehát sorban a következő tényezőket:

1. a talaj összbaktériumtartalmát;
2. a talajban élő fontosabb fiziológiai tevékenységet végző úgynevezett fiziológiai baktériumcsoportokat és pedig a nitrifikáló, a denitrifikáló, a cellulosebontó és a nitrogénkötő baktériumokat;
3. a talaj humusztartalmát;
4. a talaj savanyúsági fokát pH értékekben kifejezve;
5. a talaj mésztartalmát;
6. a talaj össznitrogén tartalmát;
7. a talaj nitrátnitrogén tartalmát;
8. a talaj összfoszforsav tartalmát;
9. a citromsavban oldható foszfor-savtartalmat (4);
10. a talaj összkálium tartalmát és
11. a citromsavban oldható kálium mennyiséget.

Ezenfelül, hogy valamilyen talajnak a kálium- és foszfor-savgazdálkodás szempontjából való alkalmas, vagy kevésbé alkalmas voltát megismerhessük, szükséges még azt is tudnunk, hogy a citromsavban oldható kálium- és foszforsavmennyiség milyen viszonyban áll az összes kálium- és foszforsavmennyiséggel szemben. Ezt a viszonyt a legjobban úgy fejezhetjük ki, hogy az összes kálium- és foszforsavmennyiséget mindig ezen



tényezőknek citromsavban oldható mennyiségével osztjuk el. Az így nyert viszonzszám nagyobbodása azt mutatja, hogy a talaj erősen savanyodásra hajlik és nincsen egészséges állapotban, viszont ennek a számnak kisebbedése, tehát a citromsavban oldható kálium- és foszforsavmennyiség nagyobbodása a talaj jó állapotára mutat.

A részletes vizsgálati eredményeket a 2. sz. táblázat ismerteti. Hogy tisztábban lássunk, a következőkben most már a talaj kálium- és foszforsavgazdálkodására vonatkozó eredményeket összehasonlító alapon, külön-külön veszem tárgyalás alá.

### Az erdőtalaj foszforsav-anyagcseréje.

A részletes vizsgálati eredmények a 2. sz. táblázatban vannak összefoglalva, ahol a kísérleti területeket azok földrajzi fekvése szerint csoportosítottuk. Ennek alapján az alföldi erdők csoportjába az 5., 6., 7. és 8. sz. kísérleti területeket soroltuk, amelyek egyébként évek óta vizsgált kísérleti területei az Intézetnek. Közülök 3 akácerdő és 1 feketefenyőerdő, állományuk középkorú. A második csoportot a subalpin klímazóna kísérleti területei adják, ide tartoznak a nyugatmagyarországi középhegységben levők, így a 11., 14. és 15. számú kísérleti területeink, 2 lúcos, 1 bükkös, ugyancsak középkorú állománnyal. Ide soroltuk azután a 24. sz. ellenőrző kísérleti terület is, amely 4 év óta parlagon álló kísérleti csemetekert. Ez a kísérleti terület egyébként az összefoglaló leírásban és a középértékek kiszámításánál a többi erdőtípusoktól elkülönítve van tárgyalva.

Az első csoport klimatikus viszonyai a tipikus arid-klíma jellegét mutatják, a második csoport klimatikus viszonyai pedig jellegzetes átmenetet képeznek az arid- és humid-klíma között. Bár télen és ősszel elég nagy a csapadék, azonban a nyár és gyakran még a tavasz is nagyon meleg és száraz. Mivel az alpesi klíma hatása itt érvényre kerül, egyrészt alacsonyabbá válik a levegő és a talaj hőmérséklete a hasonló klímájú alföldi erdőkénél és másrészt, mivel itt a csapadékmenyiség is nagyobb, nagyobbá válik a talaj víztartalma is, ami azután az őszi és a téli folyamán savanyú pH értékeket hoz létre.



## A biokémia és biológiai

2. sz. táblázat

Szám	Kísérleti terület helye	Lomberdő	Penyődő	Összeforsav- tartalom = Pg mg/100 g	Citromsavban oldható fosz- forsart = Pc mg/100 g	Pg/Pc	Összkaliumtar- talom = Kg mg/100 g	Citromsavban oldható kal- ium = Kc mg/100 g	Kg/Kc	Humusziarta- lom %	Carbon mg/100 g
5	Szeged 46°15'	+		61,—	4,94	12,35	70,55	1,85	38,2	0,42	244,—
6	" "	+		33,6	2,30	14,60	42,33	1,85	22,9	0,60	348,—
7	Kecskemét 46°55'	+		18,1	2,35	7,70	56,44	1,72	32,8	0,41	238,—
8	" "	+		56,16	2,41	23,70	47,94	2,01	23,9	0,64	371,—
11	Sopron 47°47'	+		44,5	2,66	16,70	53,62	3,29	16,3	0,98	567,—
14	" "	+		44,5	2,66	16,70	28,22	4,08	7,1	1,33	776,—
15	" "	+		39,6	4,90	8,10	66,32	2,96	22,4	1,46	847,—
24	" "	—	—	8,91	1,21	7,40	18,34	2,51	7,3	1,56	905,—
31	Eberswalde 52°40'	+		29,7	3,53	8,40	62,08	4,33	14,4	1,00	580,—
32	" "	+		50,16	1,56	33,10	173,55	2,57	67,6	1,22	706,—
33	Hallands-Väderö 57°	+		79,86	0,97	82,30	—	—	—	2,28	1265,—
34	" " "	+		59,4	1,75	33,90	—	—	—	1,48	568,—
35	" " "	+		47,5	3,92	12,10	—	—	—	0,98	567,—
37	Namdalseid 63°40'	+		67,98	4,09	16,60	—	—	—	1,66	946,—
38	Raivola 60°17'	+		54,12	4,32	12,50	66,32	2,98	22,2	1,99	1155,—
39	" "	+	+	101,31	3,52	28,70	43,74	2,44	17,9	1,23	715,—
40	Kivalo 66°50'	+		85,8	2,20	38,90	—	—	—	1,21	702,—
41	" "	+		56,7	3,17	17,50	—	—	—	1,79	1038,—
42	" "	+		72,6	2,26	32,10	—	—	—	0,80	464,—
43	" "	+		46,2	0,80	57,60	—	—	—	1,12	650,—
44	Petsamo 69°20'	+		97,68	1,54	63,50	67,73	3,29	20,6	0,78	453,—
45	" "	+		43,56	1,21	36,—	76,19	3,66	20,8	0,99	575,—
46	" "	+		51,81	2,33	22,20	47,98	4,07	11,7	0,92	534,—
47	Kirkenes 69°30'	+		91,74	2,62	35,70	62,08	2,82	22,—	1,75	1014,—



## vizsgálatok eredményei

Összes N mg/100 g	Nitrat - N mg/100 g	C/N	Ca C O <sub>3</sub> tartalom ‰	P/H	Viztartalom ‰	Baktériumszám			Baktériumszám		
						aerob	anaerob	összes	nitrifi- káló	denitri- fikáló	N (aer)- kötő
30,24	4,116	7,53	0,9	6,96	4,1	20,000.000	900.000	20,900.000	100.000	100.000	11.000 ) (1.000
27,44	3,780	12,67	0,8	6,02	4,5	22,900.000	1,150.000	24,050.000	100.000	1,000.000	20.000 ) (1.000
31,92	4,032	7,45	0,9	6,76	6,6	23,900.000	760.000	24,660.000	100.000	100.000	20.000 ) (2.000
39,20	2,626	9,47	1,0	7,11	7,2	21,000.000	1,000.000	22,000.000	100.000	300.000	11.000 ) (1.000
28,—	3,423	20,21	0,5	4,90	13,5	25,400.000	1,350.000	26,750.000	100.000	1,000.000	30.000 ) (1.000
26,19	3,294	29,60	0,4	4,95	15,2	28,500.000	1,675.000	30,175.000	10.000	1,000.000	26.000 ) (4.000
49,64	3,864	17,06	0,7	5,43	13,4	25,350.000	1,100.000	26,450.000	10.000	10.000	33.000 ) (3.000
56,28	4,725	16,10	1,5	7,49	14,6	18,700.000	2,600.000	21,300.000	125.000	1,000.000	13.000 ) (3.000
34,22	3,102	16,95	0,7	4,02	12,8	19,200.000	10.000	19,210.000	10.000	1,000.000	20.000 ) (1.000
33,17	2,930	21,32	0,8	4,39	11,2	16,800.000	10.000	16,810.000	100.000	1,000.000	20.000 ) (1.000
43,68	4,326	28,95	0,2	4,01	31,2	22,700.000	700.000	23,400.000	10.000	100.000	11.000 ) (1.000
36,12	3,969	23,75	0,3	3,96	14,3	23,000.000	900.000	23,900.000	10.000	100.000	11.000 ) (1.000
38,36	3,780	14,81	0,2	3,99	34,2	22.000.000	600.000	22,600.000	10.000	100.000	20.000 ) (1.000
21,—	2,068	45,—	0,4	4,12	13,8	6,300.000	400.000	6,700.000	20.000	500.000	21.500 ) (1.500
28,84	1,575	40,10	0,6	4,86	18,0	5,100.000	780.000	5,880.000	18.000	100.000	31.000 ) (1.000
21,—	2.331	34,—	0,5	4,89	16,1	5,100.000	640.000	5,740.000	30.000	1,000.000	18.100 ) (100
21,72	1,953	32,40	0,5	4,90	11,3	2,600.000	400.000	3,000.000	10.000	1,000.000	13.000 ) (3.000
33,60	1,428	30,90	0,3	5,11	16,2	9,400.000	800.000	10,200.000	30.000	300.000	31.000 ) (1.000
27,44	1,680	38,10	0,5	5,02	12,6	5,000.000	1,600.000	6,600.000	18.000	120.000	30.300 ) (300
10,36	1,470	62,90	0,4	4,89	12,4	5,600.000	1,700.000	7,300.000	10.000	30.000	50.100 ) (100
9,52	1,659	47,50	0,4	4,93	38,8	7,200.000	1,000.000	8,200.000	15.000	185.000	10.100 ) (100
20,72	1,946	27,75	0,5	4,96	28,6	6,600.000	900.000	7,500.000	14.000	100.000	10.100 ) (100
26,96	1,596	19,80	0,3	4,71	18,1	4,200.000	700.000	4,900.000	10.000	100.000	10.100 ) (100
15,20	1.092	66,70	0,7	5,31	23,3	5,400.000	900.000	6,300.000	10.000	185.000	1.030 ) (30)



## A vizsgálatok eredményei a

3. sz. táblázat.

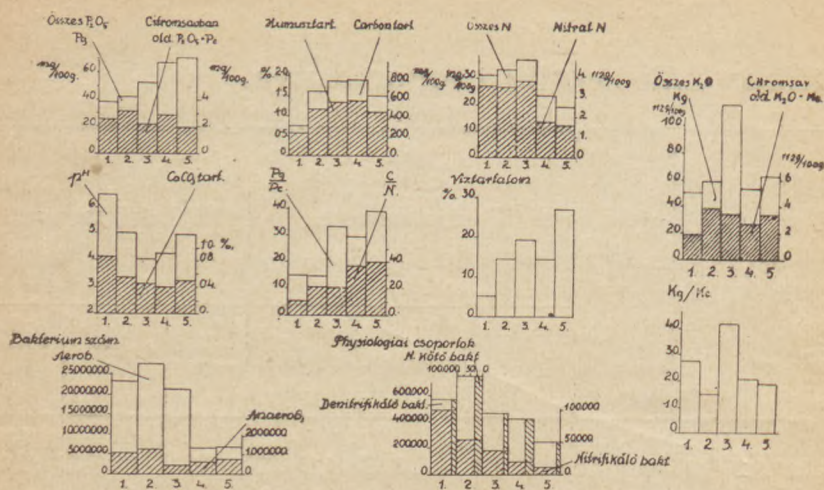
Száma	Kísérleti terület helye	Lomberdő	Fenyőerdő	Összfoszforsavtart = P g mg/100 g	Citromsavban oldható foszfor- savtart. = Pc mg/100 g	Pg/Pc	Összállumtart. = Kg mg/100 g	Citromsavban oldható kálium = Kc mg/100 g	Kg/Kc	Humusztartalom o/o	Carbon mg 100 g	Összes N-tartalom mg/100 g
5, 7, 8	Szeged, Kecskemét 46°15'—46°55'	+		45,09	3,27	14,58	58,31	1,86	31,3	0,49	284,—	33,79
6				33,6	2,3	14,60	42,33	1,85	22,9	0,60	348,—	27,44
				39,34	2,53	14,59	50,32	1,85	27,1	0,54	316 —	30,61
11	Sopron 47° 47'	+		44,5	2,66	16,70	53,62	3,29	16,3	0,98	567,—	28,—
14, 15				42,0	3,68	12,40	47,27	3,52	13,4	1,39	811,5	37,94
				43,2	3,17	14,55	50,44	3,40	14,9	1,18	689,2	32,97
24		—	—	8,91	1,21	7,40	18,34	2,51	7,3	1,56	905,—	56,28
30, 31, 33, 35	Eberswalde — — — — —	+		52,35	2,81	34,26	62,08	4,33	14,4	1,42	804,—	34,64
32, 34	Hallands—Väderö 52°40'—57°	+		54,78	1,55	33,50	173,55	2,57	67,6	1,35	782,—	38,75
				53,56	2,18	33,88	117,81	3,45	41,—	1,38	793,—	36,69
37, 43	Namdalseid, Raivola, Kivalo 63°40'—66°50'	+		68,95	2,90	29 2	54,53	2,71	20,1	1,40	810,—	23,39
44—47	Petsamo, Kirkenes 69°-20'—69°30'	+		71,19	1,92	39,35	63,49	3,46	18,3	1,11	644,—	18,10



# klímazónák szerint csoportosítva.

Nitrát-, N-tartalom mg/100 g	N/C	CaCO <sub>3</sub> -tartalom ‰	pH	Víz-tartalom ‰	Baktériumszám			Baktériumszám		
					aerob	anaerob	összesen	nitrifi- káló	denitrifi- káló	N-kötő (aerob)
3 591	8,15	0,9	6,94	5,9	21,270.000	880.000	22,150.000	100.000	100.000	15.000 (1.500)
3,780	12,67	0,8	6,02	4,5	22,900.000	1,150 000	24,050.000	100.000	1,000.000	20.000 (1.000)
3,685	10,41	0,85	6,48	5,2	22,085.000	1,015.000	23,100.000	100.000	580.000	17.500 (1.150)
3,423	20,21	0,5	4,60	13,5	25,400.000	1,350.000	26,750.000	100.000	1,000.000	30.000 (1.000)
3,579	23,33	0,6	5,19	14,3	26,924.500	1,387.500	28,312.000	10.000	505.000	29.500 (3.500)
3,501	21,77	0,55	5,04	13,9	26,162.250	1,368.750	27,531.000	55.000	752.500	29.750 (2.250)
4,725	16,10	1,5	7,49	14,6	18,700.000	2,600.000	21,300.000	125.000	1,000.000	310.000 (10.000)
3,449	22,53	0,4	4, -	26, -	19,900.000	455.000	20,355.000	55.000	550.000	17.000 (1.000)
3,736	20,23	0,5	4,18	12,7	21,296.000	437.000	21,733.000	10.000	400.000	15 500 (1 000)
3,592	21,38	0,45	4,09	19,4	20,598.000	446.000	21,044.000	32.500	475.000	16.250 (1 000)
1,790	40,40	0,4	4,26	14,5	5,575.000	660.000	6,235.000	19.500	430.000	27.800 (1.000)
1,573	40,42	0,5	4,98	27,2	5,850.000	875.000	6,725.000	12.000	152.500	7.840 (80)





1. sz. ábra.

A kísérleti területek harmadik csoportjába a németországi északnyugati (Eberswalde) és a svédországi délnyugati (Hallands—Väderö) erdőtalajokat soroltuk. Ezek különböző erdő-típusokat képviselnek, erdeifenyő-, bükk- és egy mocsaras talajon levő égerállamánnyal. Ezen csoport klímája humid, minden extrém jelleg nélkül, a talaj többé-kevésbé podsolos. A Hallands—Väderö szigetén levő erdőtípusok egyébként tipikus tengeri klíma hatása alatt állanak.

A negyedik csoportba most már Európa északi erdőhatáráig terjedő Finnországban és Norvégiában levő összes többi erdőtalajokat soroltuk. Hogy ezek azután a tipikus humid-klíma alatt fekszenek, az nyilvánvaló és ebben a csoportban vannak képviselve azok a különböző erdőtalajok, amelyek mind a podsolotalajok közé tartoznak.

Az ötödik csoportba vettük a lappföldi (északnorvégiai) kísérleti területeket, amelyek humidjellegűek és podsolosak és Európa északi erdőhatárán fekszenek.

A vizsgálatok eredményeit az itt felsorolt öt csoport szerint összefoglalva és lomb- és fenyőerdők szerint elkülönítve a 3. számú táblázat, valamint az 1. sz. ábra tartalmazza.

A biológiai és biokémiai vizsgálatok eredményein kívül egyes viszonylagos számításokat is végeztünk. Így elsősorban az egyes erdőtipusok szén- és nitrogéntartalma, valamint össz-



foszfor- és citromsavban oldható foszfortartalma oldhatósági viszonyát állapítottuk meg. A táblázatban a C/N rovat azt a számot adja, amelyet úgy kapunk, ha a szénttartalmat osztjuk a nitrogéntartalommal, a Pg/Pc pedig mutatja az összfoszfor-savtartalom és a citromsavban oldható foszforsavtartalom mennyisége közti viszonyt, amely viszonzszámot az előbbinek az utóbbival való osztása útján állapítottunk meg.

König, Hasenbäumer és Lemmermann után, illetőleg a Nemzetközi Talajtani Társulat második bizottságának megállapításai szerint 1 kg talajban körülbelül 250 mg. foszforsav (citromsavban oldható foszforsavat értve) az a határérték, amely mellett a talaj mezőgazdasági szempontból foszforsav-tartalmát illetőleg kielégítőnek és használhatónak tekinthető.

Citromsavban oldható $P_2O_5$ tartalom 100 g. talajban	Relatív oldhatóság	A talajok osztályozása a szükséglet szerint
több, mint 25 mg	több, mint 25%	valószínűség szerint nincsen $P_2O_5$ szükséglet
kevesebb mint 20 mg	kevesebb, mint 20%	valószínű $P_2O_5$ szük- séglet
20–25 mg	20–25%	bizonytalan

Az erdőtalajokat illetően ez a határérték még nincsen megállapítva. Ennek oka egyszerűen arra vezethető, hogy az erdőtalaj foszforsavtartalma, valamint az egyes fafajok foszforsavfelhasználása, egyes idevonatkozó kutatásoktól és kísérletektől eltekintve, exakt formában még nagyon kevésbé ismeretes.

Nézzük most már az egyes táblázatokba foglalt kísérleti eredményeket.

Ha az alföldi erdők csoportját nézzük, úgy mindjárt szembevetünk, hogy azok talajának összfoszfortartalma aránylag csekély, viszont a citromsavban oldható foszforsavtartalom, viszonyítva az összfoszforsavtartalomhoz, aránylag nagy. Látjuk továbbá, hogy ezen csoport egyik talaja sem éri el a mezőgazdasági talajok foszforsavtartalmának minimális határértékét, hanem legtöbbnyire erősen az alatt marad.



Ugyanez a jelenség mutatkozik a baktériumszámnál is, amely általánosságban kisebb a nehéz kötött erdőtalajokénál. Az össznitrogén- és a nitrátnitrogéntartalmat, valamint a baktériumtartalmat illetően ezen csoportnál meg kell jegyeznünk azonban, hogy itt egy egészen különleges jelenséggel állunk szemben, amennyiben az akácerdők talaja a gyökerek *Bacillus radicolával* való szimbiózisa következtében kihasználatlan nitrátokban meglehetősen nagymértékben gazdag.

Idevonatkozólag utalok az ezen lapnak hasábjain már részletesen ismertetett kutatásaink eredményeire, amelyek az itt feltüntetett alföldi talajoknál sokszorta nagyobb számú talajtípusra vonatkozólag beigazolták, hogy ezeknek a foszforsavtartalma, különösen természetesen a citromsavban oldható forforsavtartalmat alapul véve, alatta marad azon optimális határnak, amely a megfelelő fatenyészet elérésére feltétlenül szükséges lenne, úgyhogy már nyomatékosan rámutattunk arra a tényre, hogy az akáccal csak a legjobb alföldi talajainkat szabad erdősíteni és minden erdősítés előtt akár kémiafizikai úton, akár pedig a Magyar által lelkiismeretesen és jól kidolgozott növényiszociológiai formációk útmutatása alapján legelőször foglalkoznunk kell azzal a kérdéssel, hogy egyáltalában alkalmas-e, az illető homokos talaj tápanyagtartalmát tekintetbevéve, az akácerdősítesre, vagy nem.

A második csoportba tartoznak a subalpin kísérleti területek. Feltűnő jelenség, hogy itt az összfoszfortartalom mindig nagyobb, mint az alföldi talajoknál. Az oldhatósági viszonyok átlagban véve körülbelül megegyeznek azokkal.

Hogyha most a két csoport biológiai sajátságait hasonlítjuk össze, az első feltűnő jelenség, amely a subalpin klímazóna talajainál mutatkozik, az azok nagyobb össznitrogéntartalma. Nitrátnitrogéntartalmuk kisebb valamivel, mivel, amint már azt előbb említettem, az akácerdő talaja a nitrátokat felhalmozza. A pH-értékek viszont alacsonyabbak, ami a talaj nagyobb víztartalmával és a klímaviszonyokkal magyarázható. Mivel azonban a talajsavanyúság ezen földrajzi fekvés alatt nem bír káros befolyással, hatása az oldható foszforsavvegyületek mennyiségi kialakulásában még nem jelentkezik.



Ezen subalpin talajok egyébként valamivel nagyobb baktérium-számot mutatnak fel, a baktériumok életműködésének intenzitása azonban alatta marad az alföldi talajokénál.

Az alföldi erdők össznitrogéntartalma valamivel csekélyebb, amennyiben itt, bár az összbaktériumszám némileg kisebb, a szellőztetési viszonyok kedvező volta következtében a bontási folyamat intenzitása valamivel megnövekedik. Hogy pedig az alföldi erdők és nevezetesen az akácerdők talajának nitrátnitrogéntartalma ezen körülmény dacára is eléri a subalpin talajokét, megkapja magyarázatát a *Bacillus radicola* szimbiózisában. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagynunk, hogy a magasabb hőmérséklet és a jó szellőztetési viszonyok következtében a nitrifikáció a homokos talajokban, legalább is a tavaszi és az őszi hónapokban sokkal élénkebb, mint a subalpin zóna nehéz agyagtalajaiban. A most vázolt jelenségek különösen akkor jutnak erőteljesebben kifejezésre, hogyha az ezen két talajcsoport C-tartalmát és a C/N viszonyszámot egymással összehasonlítjuk.

Az erdei talajok harmadik csoportjánál, tehát az északnyugati kísérleti területeknél figyelemreméltó az összfoszfor-savtartalom növekedése. Ha most a 3. számú táblázat átlagadatait vesszük tekintetbe, azt látjuk, hogy valószínűleg a mésztartalom és a pH-értékek csökkenése következtében itt lassan tért nyer a nehezen oldható foszforsók képződése. Hogy pedig ezen talajok elsavanyodását a nagyobb víztartalom és az alacsonyabb hőmérséklet idézi elő, azt talán mondanunk sem kell. Jellemző azonban, hogy az összfoszfor-savtartalom és a citromsavban oldható foszforsavtartalom viszonyszáma ezeknél a talajoknál helyenként majdnem a kétszerese a subalpin talajokénak.

Ezeknek alapján most már megállapíthatjuk, hogy a foszfor-savvegyületek oldhatósági viszonyai már ezen földrajzi fekvés mellett fokozatosan rosszabbodnak, mely jelenség természetesen a nagyobb viszonyszámban jut kifejezésre. Ez a jelenség minden valószínűség szerint elsősorban a pH-értékek csökkenésében leli magyarázatát. A mésztartalom kevesbedése természetesen szintén meglehetősen szerepet játszik ebben.



Eltekintve a most vázolt jelenségektől, nem szabad azonban megfélekezni arról, hogy ezeknek létrejöttére más faktorok is hatással lehetnek, amelyek bár egyelőre még ismeretlenek, azonban minden valószínűség szerint összefüggésben állanak a mikrobiológiai bontó folyamatokkal. Hogy a pH-értékek csökkenése, mint azt kutatásaink feltétlen bizonyossággal mutatják, végeredményben a talaj mikroszervezeteinek biológiai tevékenységével és főleg a klímaviszonyokkal áll szoros összefüggésben, határozottan a jelenség mikrobiológiai oka mellett tanuskodik: A humid klímahatás itt egyébként annyiban válik észrevehetővé, hogy úgy a nitrifikáló, mint a denitrifikáló baktériumok száma határozottan csökken. A C és N viszonya, továbbá a humusztartalom egyébként hasonló határok között mozog, mint a subalpin csoportnál.

Különösen feltűnő ez a különbség, ha a következő csoportba tartozó erdőtalajok, tehát az északeurópai kísérleti területek viselkedését nézzük. Itt a nyilvánvaló különbség minden további nélkül észlelhető. Az első dolog, ami feltűnik, az az összfoszforsavtartalom emelkedése, amely jelenség különösen akkor válik megfigyelhetővé, ha az átlagadatokat hasonlítjuk össze egymással. A citromsavban oldható foszforsavtartalom, valamint a viszonyszám nagysága az előző csoport határértékei közt marad.

A humid klíma hatása, legalább is biológiai tekintetben, itt is a baktériumszám csökkenésében mutatkozik. Különösen hirtelen a csökkenés a nitrifikáló baktériumoknál. A kedvezőtlen bontófolyamatok ennél a csoportnál különösen világosan kerülnek kifejezésre, hogyha a C és N viszonyát nézzük. Ez a szám majdnem a kétszeresét adja a subalpin és északnyugati csoport hasonló viszonyszámának. Ez a jelenség természetesen minden további nélkül a baktériumszám kisebbedésével magyarázható. Az össznitrogén- és a nitrátnitrogéntartalom ennél a csoportnál ugyancsak nagyban csökken, különösen feltűnő ez a csökkenés a nitrátnitrogéntartalomnál. Ez a tény a nitrifikáló baktériumok, világosan mutatja a nitrogén körfolyamata határozott mikrobiológiai jellegét, amint különben azt a bevezetésben már külön hangsúlyoztam.



A rajz egyébként nagyon világosan mutatja a talajsavanyúság növekedését észak felé haladva, amely jelenség — mint azt már szintén említettem — szoros összefüggésben áll a növekedő víztartalommal és az alacsonyabb hőmérséklettel. Hogy azután ezek a faktorok végeredményben az elégtelen mikrobiológiai tevékenység következtében előidézői az északi erdőtalajok elsavanyodásának, azt talán nem kell közelebbről megokolnunk. Az ábra egyúttal mutatja észak felé a mésztartalom csökkenését is.

*Az erdőtalaj foszforsavtartalmának a táplálkozás szempontjából vett fiziológiai jelentősége.*

Az előző fejezetben megadtuk azokat a határokat, amelyek mezőgazdasági szempontból a mezőgazdasági talajok foszforsavkörfolyamatát illetően ma irányadók. Most összehasonlítóképpen egy pár olyan összeállítást ismertetünk, amelyek az erdő foszforsavigényére vonatkoznak.

Következő ismertetésünkben el fogunk tekinteni attól a foszforsavmennyiségtől, amely a levélképzéshez szükséges, amennyiben ez az erdőtalaj normális viszonyai mellett az anyagcserekörfolyamat révén ismét a talajra kerül vissza. A következőkre vonatkozólag *Ebermayer* adatait fogom alapul venni, aki *Henry* és *Weber* után összeállította az egyes fafajok ásványi anyagszükségletét (lásd 4. sz. táblázat). Hogy ezen adatokat céljainknak megfelelően felhasználhassuk, megadjuk most az 5. sz. táblázatban azoknak a kísérleti területeknek hektáronkénti foszforsavtartalmát, amelyeket kutatásunk tárgyává tettünk. Itt mindig 1 m mélységet veszünk alapul, amennyiben az erdei fák gyökerei általában különösen ebben a mélységben fejtik ki legnagyobb tevékenységüket. Mivel talajpróbáinkat 15—20 cm mélységből vettük, számításaink alapjául egyelőre ezeknek az adatait fogjuk felhasználni.

Ebből az összeállításból láthatjuk, hogy milyen elővigyázatossággal kell a most felvetett kérdést megítélnünk, amennyiben



## Ebermayer adatai Henry és Weber után (kg/ha).

4. sz. táblázat.

Fafaj	Tiszta hamu	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
Bükk	30,37	5,90	14,47	3,58	2,59	0,27	2,89
Vágásforduló 120 év							
Tölgy							
"    20 "	56,7	9,4	31,9	5,9	6,3	1,2	0,8
"    50 "	27,28	3,05	20,81	0,96	1,08	0,22	0,37
Lúc							
"    120 "	19,25	7,45	4,60	2,67	1,85	1,05	1,00
Jegenye							
"    120 "	23,10	4,07	9,69	2,00	1,54	0,70	5,04
Erdei							
"    100 "	14,81	2,35	8,86	1,57	1,09	0,24	0,54
Nyír							
"    50 "	12,86	2,46	4,03	1,79	1,39	0,12	0,90

itt természetesen a talaj geológiai altalaja fontos szerepet játszik. Ha most összehasonlítjuk a mezőgazdasági talajokra megadott optimális határokat azon határokkal, amelyeket a fentemlített adatok számbavételével kapunk, úgy belátható, hogy az erdőművelés szempontjából egész más határértékekre van szükség.

Fekete után közöljük egyes mezőgazdasági növények ásványi anyagszükségletét ha-onként kg-okban.

	Tiszta hamu	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
Gabonafélék	203	32	16	10	24	4	112
Hüvelyesek	194	50	50	12	30	10	10
Repce	234	58	44	16	48	30	10
Burgonya	260	120	40	20	36	16	9
Cukorrépa	360	184	40	27	32	12	16
Széna	330	80	50	20	30	12	120

Hogyha már most alapul vesszük a mezőgazdasági növényeket és azok adatait az egyes fafajok által felhasznált menny-



nyiséggel osztjuk, úgy egy viszonzszámot kapunk, amellyel osztanunk kell a *Lemmermann*, illetőleg *König* és *Hasenbäumer* (6) által megállapított foszforsav határértékét, hogy megkaphassuk az erdőtalaj foszforsavtartalmának azon legalacsonyabb határát, amely megmutatja, hogy az erdőtalaj foszforsavtartaléka elegendő-e, vagy sem. Ezen számításnál természetesen csak azt a foszforsavmennyiséget vehetjük tekintetbe, amely 1%-os citromsavban oldható, mivel a mezőgazdasági talajok számára megadott határok szintén a foszforsavtartalom citromsavban oldható részére érvényesek. Az így kapott határértékek a 6. sz. táblázatban vannak összeállítva.

Ezen összeállításnál az északeurópai kísérleti területeknél tekintetbe vettük azok nagyobb vágásfordulóját és az eberswaldei s hallands-väderői kísérleti területek kivételével általában 200—240 éves vágásfordulót vettünk alapul és ennek megfelelően a foszforsavfelhasználást eredeti értékének felével vettük számításba.

Hogyha már most ezek előrebocsátása után osztályozzuk az általunk megvizsgált erdőtalajokat, úgy általánosságban:

az alföldi erdők talajai

fenyőállománnyal *elegendő*,

lombfaállománnyal *nem elegendő*,

a subalpin zóna talajai

fenyőerdőállománnyal *elegendő*,

lombfaállománnyal *elegendő*,

az É. Ny.-európai erdőtalajok mindkettőnél *elegendő*,

az északeurópai erdőtalajok mindkettőnél *elegendő*,

az erdőhatár talajai mindkettőnél *elegendő*

citromsavban oldható  $P_2O_5$  tartalommal rendelkezőnek vehetők.

Hogyha ezen adatok alapján azt az időhatárt akarjuk kiszámítani, ameddig ezen erdőtalajok foszfortartaléka a most meg-ejtett számítások és jelek szerint elegendő lesz, úgy a 7. sz. táblázatban feltüntetett adatokat kapjuk, amelyek természetesen csak mint általános tájékoztató értékek vehetők tekintetbe. Itt természetesen nem szabad figyelmen kívül hagynunk azt, hogy idővel meg lehet a lehetősége a  $P_2O_5$  tartalék vízben oldhatatlan



A kísérleti területek  $P_2O_5$ - és K-tartalma.

5. sz. táblázat.

Szám	Kísérleti terület helye	Lomberdő	Fenyőerdő	Összes foszfor- sav- tartalom kg/ha	Citrom- savban oldható foszfor- sav- tartalom kg/ha	Összes kálium- tartalom kg/ha	Citrom- savban oldható kálium kg/ha
5	Szeged 46°15'	+		16.043,0	1.299,3	18.554,6	486,55
6	" "		+	8.836,8	604,9	11.132,8	486,55
7	Kecskemét 46°55'	+		4.760,3	618,1	14.843,7	452,36
8	" "	+		13.770,0	633,8	12.608,2	528,63
11	Sopron 47°47'	+		12.150,0	718,2	14.447,4	883,30
14	" "		+	12.150,0	718,2	7.619,4	1.101,60
15	" "		+	10.692,0	1.323,0	17.906,4	799,2
24		—	—	2.405,7	356,7	4.951,8	677,7
31	Eberswalde 52°40'	+		7.811,1	928,4	16.370,0	1.138,8
32	" "		+	13.192,0	410,3	45.643,6	675,9
33	Hallands-Väderö 57°	+		21.003,2	255,1	—	—
34	" " "		+	15.622,2	460,3	—	—
35	" " "	+		9.642,5	795,8	—	—
37	Namdalseid 63°40'		+	17.810,8	1.071,6	—	—
38	Raivola 60°17'		+	14.179,4	1.131,8	17.442,2	783,7
39	" "	+	+	26.543,2	922,2	11.503,6	641,7
40	Kivalo 66°50'		+	22.565,4	578,6	—	—
41	" "		+	14.912,1	833,7	—	—
42	" "		+	19.093,8	594,4	—	—
43	" "		+	12.150,6	210,4	—	—
44	Petsamo 69°20'	+		25.689,8	405,0	17.812,9	865,3
45	" "	+		11.460,0	316,0	20.037,9	762,6
46	" "	+		13.574,2	610,5	12.618,7	1.070,4
47	Kirkenes 69°30'	+		24.035,9	686,4	16.327,—	741,7



része felhasználásának is. Ilyenformán egész más lehetőségeket és kilátásokat kapunk, melyeket a teljesség kedvéért szintén számítás alá vettünk. Itt alapul az összfoszforsavtartalom 50%-os kihasználódását vettük.

Ezen összeállításból láthatjuk, hogy a Közép- és ÉNy-európai erdőtalajok foszforsavtartaléka sokkal hamarabb használódik fel, mint az északkeurópai erdőtalajoknál, amely körülmény főképen a hosszabb vágásfordulótan leli magyarázatát.

Ezzel kapcsolatban még egész röviden azokra a kutatási eredményeinkre szeretnék rámutatni, amelyek az északkeurópai erdőtalajok magasabb foszforsavtartalmára utalnak. Az előbbi megállapítások alapján nagyon valószínűnek vehető, hogy a foszforsavtartalék felhalmozódása összefüggésben áll a magasabb vágásforduló ideje alatt bekövetkező csekélyebb felhasználódással. Mivel azonban a cirtomsavban oldható rész a kedvezőtlen biokémiai és biológiai viszonyok következtében átlagban semmi összefüggésben nem áll az oldhatatlan foszforsavvegyületeknek relatíve nagy mennyiségével, úgy itt minden valószínűség szerint az oldhatatlan  $P_2O_5$  sók fokozatos kihasználását, illetőleg átalakulását kell feltételeznünk.

Miután az ákással beültetett homokos erdőtalajok foszforsavtartalmának változásaival már ezen lapnak hasábjain részletesen foglalkoztam, itt erre a kérdésre nem fogok külön kitérni. Csak rá óhajtok mutatni arra, hogy ez az összeállítás is kitűnően mutatja, hogy milyen kis mértékben vannak ezek a talajok cirtomsavban oldható foszforsavval ellátva és milyen gyorsan fogja az ákác ezeket kihasználni. Itt, ezen táblázat összeállításánál az ákác vágásfordulója számára átlag 30 évet vettünk fel és az ákác foszforsavigényét 6.22 kg-ban állapítottuk meg az előzetes tájékoztató számításaink alapján, ami nagyjából körülbelül az összes termőhelyi osztályok átlagának felel meg. Itt szándékosan vettünk valamivel nagyobb értéket, hogy megfelelő biztonsággal dolgozhassunk.

A feketefenyőt, a 6. számú kísérleti területnél hektáronként és évenként 1.09 kg foszforsavigénnyel állítottuk be számításainkba, ami nem túlzottan alacsony s körülbelül a normális viszonyoknak felel meg.



6. sz. táblázat.

Szám		Lomberdő	Fenyőerdő	Citromsavban oldható fosz- forsav kg/ha	$\frac{24}{y} = q$	$\frac{25}{q} = x$	Citromsavban oldható káli- um kg/ha	$\frac{32}{y_1} = q_1$	$\frac{16}{q_1} = x_1$
5	Szeged 46°13'	+		4,94	3,85	6,49	1,85	1,88	9,04
6	" "		+	2,30	22,01	1,14	1,85	13,61	1,18
7	Kecskemét 46°55'	+		2,35	3,85	6,49	1,72	1,88	9,04
8	" "	+		2,41	3,85	6,49	2,01	1,88	9,04
11	Sopron 47°47'	+		2,66	9,27	2,70	3,29	5,43	2,95
14	" "		+	2,66	12,95	1,93	4,08	7,86	2,38
15	" "		+	4,90	12,95	1,93	2,96	7,86	2,38
24	Ellenőrző terület	-	-	1,21	-	-	2,51	-	-
31	Eberswalde 52°40'	+		3,53	9,27	2,70	4,33	5,43	2,95
32	" "		+	1,56	22,-	1,14	2,57	13,61	1,18
33	Hallands-Väderö 57°	+		0,97	9,23	2,71	-	-	-
34	" " "		+	1,75	22,-	1,14	-	-	-
35	" " "	+		3,92	-	-	-	-	-
37	Namdalseid 63°40'		+	4,09	43,6	0,572	-	-	-
38	Raivola 60°17'		+	4,32	43,6	0,572	2,98	27,15	0,59
39	" "	+	+	3,52	38,71	0,646	2,44	26,64	0,60
40	Kivalo 66°50'		+	2,20	43,6	0,572	-	-	-
41	" "		+	3,17	43,6	0,572	-	-	-
42	" "		+	2,26	43,6	0,572	-	-	-
43	" "		+	0,80	43,6	0,572	-	-	-
44	Petsamo 69°20'	+		1,54	69,2	0,361	3,29	26,02	0,61
45	" "	+		1,21	69,2	0,361	3,66	26,02	0,61
46	" "	+		2,33	69,2	0,361	4,07	26,02	0,61
47	Kirkens 69°30'	+		2,62	69,2	0,361	2,82	26,02	0,61

24 = a gabonaneműek foszforsavszükséglete kg/ha.

y = az erdei fák foszforsavszükséglete kg/ha vágásfordulónként.

25 = a mezőgazdasági talajok foszforsavhatárértéke König, Hasenbäumer és Lemmermann után mg/100 g.

x = az erdei talajok foszforsavhatárértéke.

32 = a mezőgazdasági növények káliumszükséglete kg/ha.

y<sub>1</sub> = az erdei fák káliumszükséglete kg/ha vágásfordulónként.

16 = az erdőgazdasági talajok káliumhatárértéke mg/100 g

x<sub>1</sub> = az erdei talajok káliumhatárértéke.



Érdekes megfigyeléseket tehetünk, ha most már összehasonlításképpen az erdőtalaj nitrogénkörfolyamatát és nitrogénigényét is bevonjuk számításainkba. Tudjuk, hogy *Fekete* szerint az évi fahozamhoz nagy általánosságban ha-ként körülbelül 7.5 nitrogénsóra van szükség. Ezt a mennyiséget természetesen az északeurópai kísérleti területeknél felére kell redukálnunk, amennyiben itt a magasabb vágásforduló következtében sokkal kevesebb a felhasználódás.

A talajok foszforsavtartalma és nitrogéntartalma, illetve azok  $P_2O_5$  tartaléka és N-tartaléka között meglehetősen különbség mutatkozik, amennyiben a nitrifikáció útján az N-vegyületek oldható állapotba mennek át, úgyhogy végeredményben a növények által nagy hatással használhatók fel. A foszforsavtartalom viselkedése ezzel szemben különösképpen kedvezőtlen, amennyiben itt a csekélyebb oldható résszel szemben igen nagymennyiségű oldhatatlan  $P_2O_5$  van jelen, amely csak nagyon nehezen vehető fel a növények gyökerei által. Azonkívül az erdőtalajok N-tartaléka nemcsak a lombtakaró elkorhadásából származó tartalékkal, hanem azon N-mennyiséggel is ki lesz egészítve, amely az esővízzel a talajba jut, vagy amelyet a nitrogénkötő baktériumok a levegőből kötnek meg. Mindezen körülmények végeredményben azt eredményezik, hogy dacára annak, hogy az erdő évi N-felhasználása jelentősen nagyobb, mint  $P_2O_5$  szükséglete, az erdőtalaj N-tartalékának erős és egyoldalú kihasználódása belátható időn belül nem jöhet számításba.

Végezetül még különösen hangsúlyozni kívánom, hogy ezen kutatásaink természetesen nem nyújthatnak teljes képet az erdőtalaj foszforsavgazdálkodásának problémájáról. Kutatásaink kizárólagos célja az volt, hogy az európai erdőtalajok foszforsavtartalmáról regionális áttekintést adjanak. Ezek a kísérleti eredmények ennél fogva tájékoztató jellegűeknek tekintendők, amelyek természetesen további kiegészítésre és további kiterjesztésre tartanak okvetlen számot. Mindenesetre azon voltunk, hogy ezúttal egyszersmind teljes mikrobiológiai analysis útján azokat az összefüggéseket, amelyek az idevágó részletkutatások folyamán legnagyobbbrészt el lesznek hanyagolva, vagy pedig nem juthatnak világosan kifejezésre, tájékozásképpen megállapíthassuk.



Tájékoztató számítások a kísérleti területek foszfor-, kálium- és nitrogénkészletének az állományok által való felhasználási idejéről.

7. sz. táblázat.

A kísérleti terület száma	h e l y e	Lomberdő	Fenyőerdő	Összefoszfor-sav		Citromsavban oldh. foszfor-sav		Összes kálium		Citromsavban oldh. kálium		Össznitrogén	
				kg/ha	évtre ele-gendő	kg/ha	évtre ele-gendő	kg/ha	évtre ele-gendő	kg/ha	évtre ele-gendő	kg/ha	évtre ele-gendő
5, 7, 8	<i>Altoldi talajok:</i> Szege-d-Kecs-kemet 46°15'—46°55'	+	+	12.080 8.840 10.460	974 4.425 2.699	860 605 732	139 555 347	15.335 11.132 13.234	445 2.370 1.408	489 487 488	29 206 118	8.880 7.230 8.055	1.180 965 1.072
6	Átlag												
11	<i>Szubalpin zóna talajai:</i> Sopron 47°47'	+	+	12.010 11.350 11.680 14.140	2.320 3.694 3.005 —	718 993 856 327	277 910 594 —	14.477 12.768 13.623 4.952	1.270 1.568 1.419 —	883 950 917 678	181 234 208 —	7.550 10.250 8.900 15.200	1.006 1.365 1.285 2.021
14, 15	Átlag												
24	<i>ÉNy-európai talajok:</i> Ellenőrzőterület												
31, 33, 35	Eberswalde — Hallands—Väderö 52°40'—57°	+	+	13.750 14.400 14.075	2.650 6.610 4.130	740 408 574	285 374 330	16.327 <sup>1</sup> 45.644 <sup>2</sup> 30.985	1.430 9.870 5.650	1.139 <sup>1</sup> 676 <sup>2</sup> 907	193 288 240	9.130 10.190 9.660	1.220 1.360 1.290
32, 34	Átlag												
37—43	<i>Észak-európai talajok:</i> Namdalseid, Raivola, Kiváló 60°17'—66°30'	+	+	18.120	17.950	763	1.510	14.473 <sup>3</sup>	6.145	713 <sup>3</sup>	599	6.150	1.640
44—47	<i>Erdélyi kőszel határa:</i> Pétsamo, Kirkenes 69°20'—69°30'	+	+	18.900	26.250	505	1.403	16.699	6.795	888	765	4.760	1.270

<sup>1</sup> Csak a 31. kt.-re vonatkozik. — <sup>2</sup> Csak a 32. kt.-re vonatkozik. — <sup>3</sup> Csak a 38. és 39. kt.-ekre vonatkozik.



### *Az erdőtalaj kálium-anyagcseréje.*

Az erdőtalajok káliumtartalmára vonatkozólag szintén a 2. számú táblázat ad felvilágosítást. Ennek a táblázatnak és az ezt kiegészítő 1. sz. ábrának adatai alapján világosan láthatjuk, hogy a káliumtartalom az erdőtalajokban regionális értelemben véve ugyanolyan változásoknak van alávetve, mint a foszforsavtartalom. Nevezetesen az összkáliummennyiség észak felé nagyon sok esetben csökken, míg a citromsavas káliumnak az összkáliumhoz való viszonya minél északabbra megyünk és minél humidabbá válik az éghajlat s minél savanyúbbá lesznek az erdőtalajok, annál kedvezőtlenebbé válik. Különösen rá kell itt mutatnunk arra, hogy az alföldi homokos erdőtalajainknak káliumtartalma rendkívül alacsony, pedig ezzel szemben az ákác káliumigénye foszforsavigényével szemben sokkalta nagyobb, annak majdnem háromszorosa. Éppen ezért a káliumgazdálkodás szempontjából az alföldi homokos erdőtalajok az ákácerdősítés szempontjából sokkal kedvezőtlenebb helyzetben vannak, mint foszfortartalom tekintetében. Idevonatkozólag egyébként még részletes kutatásokat fogunk közölni, amelyek tüzetesebb felvilágosítást fognak adni ebben a kérdésben.

Hogy a különböző erdőtalajok káliumtartalma mennyiben felel meg a fák tenyészetéhez szükséges optimális határértékeknek, erre vonatkozólag éppúgy, mint a talajok foszforgazdálkodásánál, tájékoztató számításokat végeztünk, amely tájékoztató számítások alapjául megint csak a *König* és *Hasenbäumer* által felállított az a szabály szolgált, hogy a mezőgazdasági talajoknál azok tekinthetők a káliumvegyületek szempontjából kielégítőeknek, amelyekben kg-onként legalább 160 mg 1%-os citromsavban oldható káliumvegyület foglaltatik. Most ezen határértékek alapján, a mezőgazdasági növények káliumszükségletét véve alapul, ugyanúgy számítottuk ki a fák káliumszükségletének határértékeit, amint azt a foszforsav határértékeinek számításánál tettük, amikor is az ákác káliumszükségletét 30 éves vágásforduló mellett 17 kg/ha-al számítottuk. Ezeknek az adatoknak alapján az 5. sz. és 6. sz. táblázatok most már világosan mutatják, hogy a kötött erdőtalajok káliumtartalma még nagyjából az optimális határ körül mozog, míg ezzel ellentétben az alföldi



homokos talajaink káliumtartalma ákácerdősítés szempontjából egyáltalában nem mondható kielégítőnek.

Ugyanúgy, mint azt az erdőtalajok foszfortartalmának vizsgálatánál végeztük, még tájékoztató számításokat eszközöltünk arra vonatkozólag is, hogy ha az összkáliummennyiségnek csak az 50%-át vesszük 1 méter mélységig tekintetbe, mennyi időre lesz az elegendő, hogy az egyes erdőtypusok káliumszükségletét biztosítsa. Azért vettük itt is csak az 50%-át az egész káliummennyiségnek, miután az összkálium egy jelentékeny része a citromsavban nem oldható káliummennyiségre esik, úgyhogy ezt a körülményt figyelembe kellett vennünk. (Lásd 7. sz. táblázat).

#### *A vizsgálati eredmények gyakorlati jelentősége.*

Már a bevezetésben ismételten rámutattam arra, hogy nekünk, erdőgazdáknak hovatovább számolnunk kell azzal, hogy az erdőtalajainkban elraktározott termőerők és ásványi anyagkészlet nem tartozik a ki nem meríthető és örökké tartó értékek közé. Hasonlóképpen már ismételten foglalkoztam azzal a problémával is, hogy téves felfogás az, amely azt mondja, hogy az erdősisítés és az erdő abszolút mértékben javítja meg a talajt, bár az erdőnek talajjavító ereje, illetőleg konzerváló hatása kétségtelen. Hiszen már azáltal is jelentékeny szolgálatot teljesít, hogy a fák mély gyökereik segítségével az alsóbb talajszintekből a még el nem használt ásványi anyagkészletet a felsőbb szintekbe hozzák és azt így ott hozzáférhetővé teszik, sőt hasznos működést fejt ki az erdő akkor is, amikor a lehulló lombzatában rejlő ásványi anyagkészletet humuszával sokáig konzerválja és a talajgazdálkodás szempontjából használhatóvá teszi.

Kifejezetten azonban az erdő működése csak a szénhidrátok és a nitrogéntartalmú anyagok képzésével gazdagíthatja a talaj termőerejét, minthogy ezen anyagok egy jelentékeny részét a levegőből vett szén-savból és nitrogénből tudja előállítani. Az erdő talajában lelhető mészkő, kálium és foszforsavmennyiség azonban állandó felhasználásnak kitett és folyton fogyásban levő tényező, mert hiszen azáltal, hogy a fatömeget, a gyérítési fatömeget is beleértve, végleg elvisszük, beépítjük, vagy eltüzeljük, ezen anyagok tekintetében az erdő talaját, habár legtöbbször gyakorlatilag talán alig érezhető, lassú mértékben is, de állandóan kihasz-



náljuk, ezeket az anyagokat már kénytelen a növény valami úton-módon pótolni.

Látjuk tehát, hogy a talajgazdálkodás szempontjából a mezőgazdaság és az erdőgazdaság módszerei lényegileg azonosak, a különbség abban áll, hogy a mezőgazdasági terményeket évenként használjuk el és ezeket rendszerint maradék nélkül elvesszük a talajból, amíg a fatermésnél a vékony ágak egy jelentékeny részét s a lehulló lombot visszahagyjuk, úgyhogy ezeknek kapcsán már jelentékeny mennyiségű táplálóanyagot hagyunk vissza a talajnak.

Az előző táblázatokban tárgyalt ásványi anyagszükséglet tulajdonképpen csak a főhasználati fatömegekkel együtt elvitt fatermennyiségre vonatkozik, minthogy normális erdőgazdasági üzemet feltételezve, már tekintetbe kell vennünk azt, hogy az ásványi anyagok egy jelentékeny része a levelekkel és a vékony ágakkal a földre jut és a korhadás következtében megint a talaj termőerejét gyarapítja.

Meg kell még jegyezni azt is, hogy különösen a vékony ágak, de főleg a levelek hasonlíthatatlanul gazdagabbak ásványi anyagokban, mint a tulajdonképpen elhasznált fatömeg. Itt hivataloznom kell a már *Fekete* után közölt adatokra, amely egyes mezőgazdasági növények hamualkotórészbeli szükségletét adja meg évenként és hektáronként kilogramokban és amelyekből láthatjuk, hogy az alom még 5—6-szoros mennyiségét is tartalmazhatja ásványi anyagokban a fő- és előhasználatok által kivitt fatömegeknek.

Ezekből a most mondottakból mint parancsoló szükségesség jelentkezik mindenekelőtt az, hogy nekünk a gyakorlati erdőgazdaság folytonosságának fenntartásánál elsősorban arra kell ügyelnünk, hogy az ásványi anyagokban olyannyira gazdag alom a vékonyabb rőzsefa az erdő talaján visszamaradjon és a korhadás kapcsán átadhassa ásványi anyagtartalmát megint a talajnak.

Ezek a regionális vizsgálatok különben azt is mutatják, hogy a rendes erdőtalajokat véve alapul, — egyelőre legalább gyakorlatilag, belátható időn belül nemigen lesz szükségünk arra, hogy a kötött és még ki nem zsarolt erdőtalajainkat trágyázzuk, vagy műtrágyázás útján megjavítsuk. De azt világosan mutatják ezek



a meggondolások is, hogy viszont rendkívül fontos, hogy az alom és a vékony ágak lehetőség szerint az erdő talaján visszamaradjanak, minthogy az alomszedés és a rőzsefának az elhordása az erdő talajának ásványi anyagszükségletét és ezeknek az anyagoknak normális körfolyamatát károsítja, az erdő talajába kerülő termőerőt pedig veszélyezteti s a talajt fokozatosan kiszorolja.

Látjuk egyúttal úgy a foszfor-, mint a káliumgazdálkodásnál még azt is, hogy az erdőtalajainkban tulajdonképpen ezeknek az értékes vegyületeknek csak egy kis töredéke van oly állapotban, hogy a növények számára könnyen felvehető. Azt is láttuk, hogy minél savanyúbb valamely talaj, annál kedvezőtlenebbül befolyásolja a még oldott állapotba nem jutott ásványi anyagok felvételét. A savanyú talajokban ugyanis az ott felszabadult savas vegyületek hatására oldhatatlan foszfor- és káliumvegyületek keletkeznek, amelyek a növények számára használhatók nem lesznek. Ezért az erdőtalajnak egészséges állapotban való tartását a gyakorlati gazdasági beavatkozásainkkal alapvető főcélul kell kitűzni. A gyéritéseket mindig úgy kell végeznünk, hogy a talaj állapotának egészséges voltát vele biztosítani tudjuk. Ahol pedig a talajnak elsavanyodásra való hajlama jelentkezik, ott főleg a gyéritések helyes keresztülvitelével, vagy esetleg időszakos tarvágással kell a korhadási folyamatot előmozdítanunk, hogy a talaj savanyú természetét lehetőleg közömbösíteni tudjuk.

Rá kell még mutatnunk arra is, hogy a jövőben, véleményem szerint, — a termőhelyi osztályok felállításánál és figyelembevételénél át kell térnünk arra az elvont természettudományi alapra, amelyen ma a mezőgazdaság széles alapon épít. Termőhelyi osztályaink jellemzése, leírása, a mezőgazdasági hasonló módszerekkel összehasonlítva, nagyon kezdetlegesnek mondható. Az üzemterveinkben a talajállapot, a talajösszetétel jellemzése s a talaj termőerejének a kifejezése nem felel meg a mai erdőgazdaság intenzív színvonalának. Fokozatosan rá kell térnünk arra, hogy a termőhelyi osztályok megállapításánál elvégre a talajoknak fizikai-kémiai állapotát, azoknak táplálóerejét, kémiai és élettani szempontból kifejezzük és tekintetbe vegyük. Ezt pedig csak úgy tudjuk elérni, ha minél szélesebb körben, úgy, mint az a mezőgazdaságoknál ma már mindenütt el van terjedve, rátérünk a talajterképeknek a készítésére. Emellett pedig nem ele-



gendő valamilyen talaj analizisét elvégezni, vagy akár a talaj-jellemző növények segítségével a talaj fizikai-kémiai alkatára útmutatást kapni, hanem ezt először összhangzásba, párhuzamba kell hoznunk azoknak a fafajoknak táplálóanyagigényével is, amelyek az illető termőhelyen már megvannak, vagy amelyeket a megfelelő termőhelyre akarunk hozni.

Az az első csalódás és sokszor jelentékeny anyagi kár, amely az erdőgazdaságot a nem megfelelő fafajok telepítése és tenyésztése révén érte, szolgáljon intő jelül arra, hogy erdőgazdaságunk jövődő berendezésénél a fák táplálóanyagigényeivel és a talajon meglevő anyagkészlettel az eddiginél fokozottabb mértékben számoljunk és ezeket az eddiginél fokozottabb mértékben megfelelő mérések és kutatások segítségével hozzuk összhangba.

Az előzőekben közölt táblázatok és kimutatások világosan utalnak arra, hogy a különböző fafajok táplálóanyagigénye mennyire változó. Lehetséges lesz az, hogy az a termőhely, amelyik az egyik fafajnál II.—III. osztályú termőhelynek felel meg, valamilyen táplálóanyag minimumban való jelenléte következtében, a fafaj helyes megválasztása mellett a másik fafajnál I—II. osztályú termőhelyül szolgálhat. Tudnunk kell ugyanis azt, amit egyébként a mezőgazdasági szakirodalom *Liebig* felépése óta ismer, hogy valamilyen növénynek, tehát a fának is a táplálkozását és növekedését nemcsak az a termőhelyi tényező szabályozza és befolyásolja, amely optimális, vagy éppen maximális mennyiségben van jelen, hanem erre még az a termőhelyi tényező is nagy hatással lesz, amelyik minimális mennyiségben van jelen, sőt ha valamelyik tényező minimális mennyiségben van jelen, legyen ez P., K., Ca és alatta marad annak az optimális határnak, amely az illető fafaj növekedéséhez és tenyésztéséhez feltétlenül szükséges, úgy ez már abban az esetben is meg fogja akadályozni állományaink normális fejlődését, ha a többi termőhelyi tényező optimális mennyiségben áll rendelkezésre.

Ezekkel a tényekkel tehát nekünk erdőgazdaságunk jövődő fejlesztésénél és kiépítésénél feltétlenül számolnunk kell és ezzel a körülménnyel számoltunk mi is akkor, amikor a fejlettebb erdőgazdasággal bíró nemzetek mintájára, sőt azokat meg is előzve, megkezdtük a részletes talajtani térképek felvételét. Erre



a célra nem kell kímélni a költséget. Mert ha a fentiek alapján helyesen összhangzásba tudjuk hozni fafajaink táplálóanyag-igényét az egyes termőhelyek táplálóanyagkészletével, abban az esetben rendkívül sok kártól és veszteségtől fogjuk magunkat megkímélni, sőt a fafaj helyes összhangzásba hozatalával és helyes megválasztásával eredményeinket és így birtokaink jövedelmezőségét fokozni is fogjuk tudni.

## IRODALOM.

1. *Fehér*: Vizsgálatok az erdőtalaj biológiai tevékenységének időbeli változásairól. (Mat. és Term. tud. Ért. 46, 1929.)
- Fehér*: Vizsgálatok az erdőtalaj N-anyagcseréjéről. (Mat. és Term. tud. Ért. 46, 1929.)
2. *Fehér*: Az ákác kérdésre vonatkozó újabb vizsgálatok eredményei. (Erd. Lapok, III. 1933.)
3. *Fehér*: Untersuchungen über die Mikrobiologie des Waldbodens. Berlin, 1933.
4. *Fehér*: Regionale Untersuchungen über den  $P_2O_5$  Gehalt der Waldböden. (Die Phosphorsäure, H. 12. 1932.)
5. *Magyar*: A homoki növényzet mint a homokfásítás útmutatója. (Erd. Lapok, III. 1933.)
6. Verhandlungen der II. Kommission der Internationalen Bodenkundl. Gesellschaft. (Budapest, 1929.)

1933/34 1\*3345

