

195795

Különlenyomat az Erdészeti Lapok 1934. XII., 1935. I. füzetéből.

A talajsavanyúság biológiai alap-jelenségeiről

írta: Dr. Fehér Dániel.

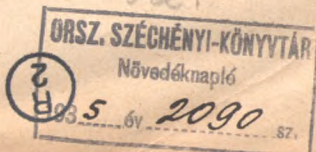
A zürichi műegyetemen 1933 okt. hó 31-én tartott előadás.

Mélyen tisztelt Uraim! Alig volt az újabb talajtani és biológiai irodalomnak nagyobb érdeklődést keltett problémája, mint a talajsavanyúság kérdése. Ez a jelenség, amely különösen a mezőgazdasági talajoknál lépett fel és ott nagyon sok tünetet, a mezőgazdasági növényeknek növekedésben való elmaradottságát, azoknak növekedési zavarait stb. magyarázott meg, csakhamar az erdőgazdaságban, főleg az erdőtalajok vizsgálatánál szintén nagy fontosságra tett szert. Ez a fontossága még csak növekedett akkor, amikor általa a különben külterjesen kezelt erdőgazdaság keretén belül is számos jelenséget lehetett megmagyarázni és egyúttal módot és lehetőséget nyújtott arra is, hogy helyes kezelésével és érelmezésével a talaj életébe, az ott lefolyó szintetikus és bontási folyamatok mikéntjébe is mélyebb bepillantást nyerhessünk.

Jó néhány évvel ezelőtt ennek a kérdésnek az irodalma, az idevonatkozó megfigyelések és vizsgálatok, ugyancsak nagy teret vettek igénybe. Mi, a magunk részéről kiterjedt és jelentékeny vizsgálatokat végeztünk ezen a téren. Különösen fontosakká és hasznosakká váltak vizsgálataink akkor, amikor ezeket sikerült messze Magyarország határain túl kiterjesztenünk olyan területekre, illetve oly területkomplexumokra, amelyek ma már Észak-Afrikától az Északi Jegestenger határáig terjednek. A kísérleti területeknek egész sorozatát alakítottuk és dolgoztuk fel az utolsó évtizedben a M. kir. Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola Növénytani Intézetében talajbiológiai szempontból. E területek között olyanok is vannak, amelyeket hosszabb idő óta állandóan vizsgálunk és így több évnek rendszeres megfigyelései állanak rendelkezésünkre.

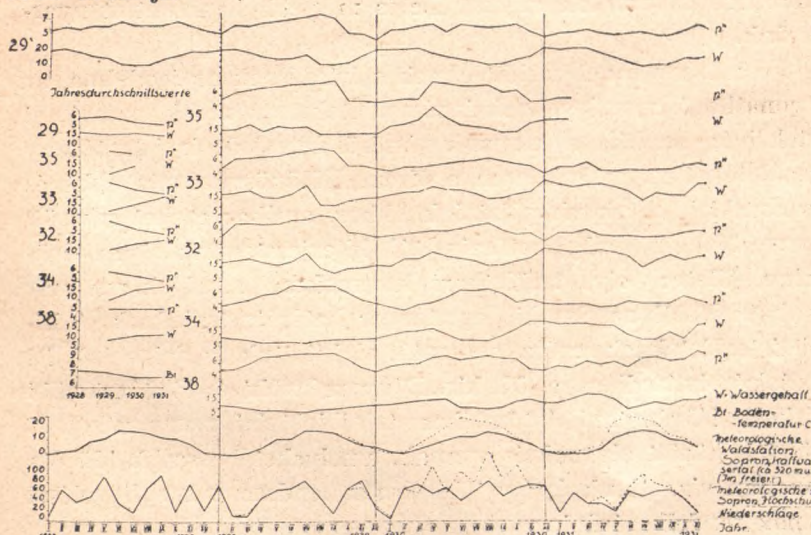
Már 1926-ban, az akkori vizsgálati eredményeink első feldolgozásánál és nyilvánossághozatalánál láttuk, hogy ugyanazon területek talajsavanyúsági értékei állandó változást mutat-

195795



nak. Az adatok részletes feldolgozásánál és összehasonlításánál kitűnt, hogy ezek a változások ugyanazon a területen belül bizonyos határozott szabályszerűséget, időszaki lefolyást mutatnak, úgyhogy a klímával való kapcsolatuk nyilvánvalóvá vált. Éppen ezekkel a megfigyelésekkel kapcsolatban egy időben a külföldi irodalomban is mindinkább szaporodott azoknak a megfigyeléseknek a száma, amelyek rámutattak arra, hogy ugyanazon klímaterületen belül eszközölt talajsavanyúsági megfigyelések ugyanazon talajfőleség és vegetációs vidék mellett egymástól nagyon eltérő adatokat adnak.

Különösen fontossá vált ennek a kérdésnek meggondolása és bírálata már csak azért is, miután az erdőgazdaságban egyes talajjellemző növényeknek messzemenő fontosságot tulajdonítottak a talaj savanyúságának indokolása és jellegzése terén. Hogy ezen a téren világosságot derítsünk és minél alaposabb kutatások segítségével az események belső mechanizmusába mélyebb bepillantást nyerjünk, rendkívül sok területen végeztünk kutatásokat. Különösen a sopronvidéki erdőket dolgoztuk fel alaposan. Ezeket a vizsgálatokat összevonva, a következő ábra mutatja.



1. kép. A sopronkörnyéki kísérleti területek pH-értékei havi átlagokban. Jelmagyarázat: W = víztartalom, Bt = talajhőmérséklet, Jahresdurchschnittswerte = évi átlagadatok.

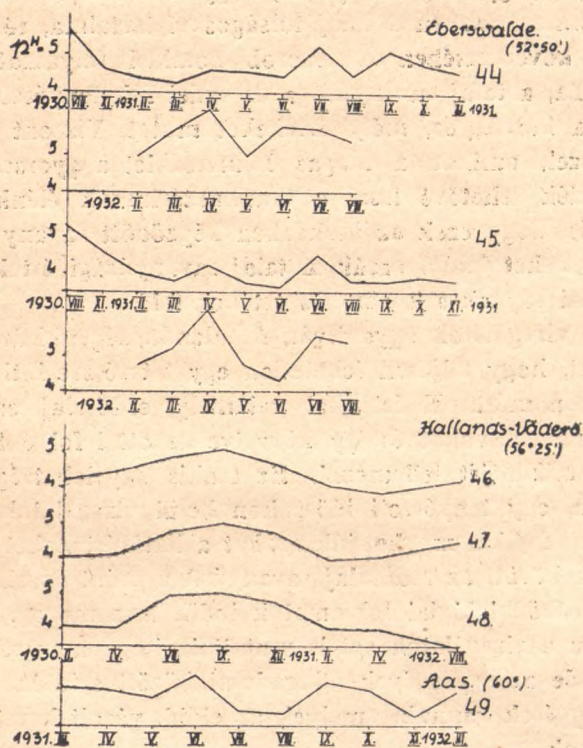
Feldolgoztunk itt sorozatosan fenyőerdőket, lomberdőket, larvágásokat és ezeknek összefoglaló eredményeit mutatja ez a kép. Az első pillanatra látjuk, hogy a talaj savanyúsága állandó és szabályszerű változást mutat. Nevezetesen minimumát rendszerint a téli hónapokban éri el, míg a maximumot ősszel szokta felmutatni. Ha most már az évi átlagokat, vagy ugyanazon éven belül a most említett változásokat a talaj víztartalmával hozzuk kapcsolaba, akkor kitűnik, hogy a talaj savanyúságának maximális, tehát a semleges felé haladó értékei mindig akkor jelentkeznek, amikor a víztartalom minimális értékeket ér el, de a baktériumtenyészet szempontjából még az optimális határok között van. Ennek a jelenségcsoportnak természetesen így, ebben a formájában már erdőgazdasági jelentősége is van. Tudniillik élénk világot vet a talajban lefolyó biológiai folyamatok mikéntjére, így megmutatja azt, hogy tavasszal és késő ősszel és télen, amikor részben a talaj túlságos víztartalma, részben a nagy hideg következtében az anaerob bomlási folyamatok jutnak túlsúlyba, a talaj savanyúsága az erdei fák tenyésztésére is határozottan hátrányos, mély értékeket mutat. Viszont nyáron és kora ősszel, amikor a magas hőmérséklet a gyorsan elpárolgó csapadék lehetővé teszi a talajbaktériumok élénk munkáját, vagyis, hogy ezek az időközben képződött savanyú bomlási féltermékeket feldolgozzák, a talaj savanyúsági értékei erősen közeledni fognak a közömbös értékek felé.

Ezek a vizsgálatok úgyszólván minden kétséget kizáróan beigazolták azt, hogy teljesen lehetetlen egy tetszésszerű megfigyelési időben mért pH értékkel valamely erdőtalaj savanyú, vagy közömbös mivoltát és így közvetve az ott lefolyó bomlási folyamatok mikéntjét jellemezni. Ez csakis úgy lehetséges, ha rendszeresen, egy tenyészeti időszakon belül vizsgálatokat végzünk és ilyen módon megkapjuk azokat a határértékeket, amely határértékek között az erdőtalaj savanyúsága, mint az abban lefolyó különböző biológiai folyamatok indikátora mozog.

Azonban a vizsgálatok azt is mutatták, hogy nemcsak egy éven belül, de az egyes évek átlagadatai között szintén határozott összefüggések vannak, amelyek az előbb vázolt keretek között mozognak.

Nem szabad elfelejtenünk, hogy az állományaink növeke-

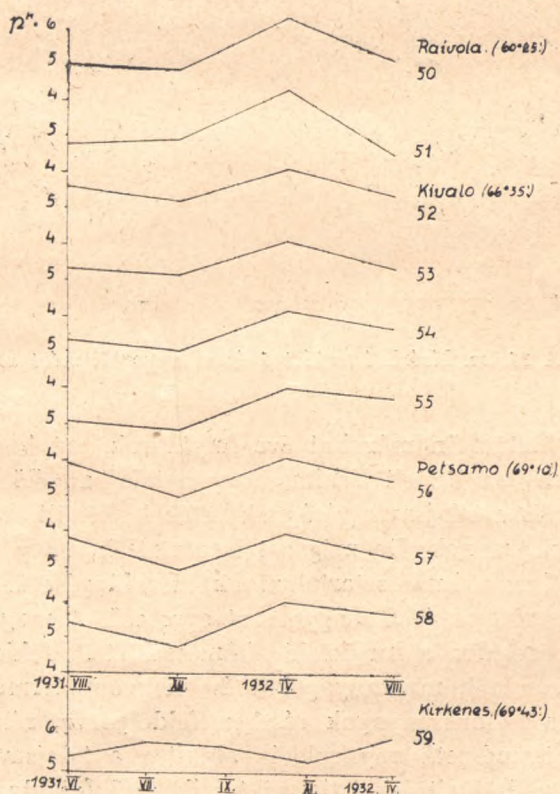
dési és közvetve jövedelmezőségi viszonyai szempontjából az erdőtalaj megfelelő jellemzése s az abban lefolyó bomlási folyamatok ismerete gyakorlati szempontból elengedhetetlenül fontos és szükséges. Ha a talajsavanyúságnak értéke $\text{pH}=4$ alá süllyed, majdnem minden erdei fánk már növekedési zavarokat mutat és az erdőgazdaságnak határozott érdeke gyakorlati beavatkozásainkat úgy végezni, hogy az erdőtalaj minél kedvezőbb, tehát a közömböshöz eső reakciót mutassa. Ezek a vizsgálatok egyúttal azt is beigazolták, hogy téves az a felfogás, amely szerint Északeurópában általában mindig mélyebb, tehát savanyúbb értékeket kapunk, mint Középeurópában. Még a mi klimatikus viszonyaink mellett is télen és tavasszal az Északeurópában megfigyelt mély értékekhez közeledünk, viszont nyáron, illetőleg kora ősszel, olyan magas, erősen a közömbös felé hajló pH



2. kép. Északeurópai kísérleti területek pH -értékei.

értékeket találunk, amilyeneket a középeurópai talajok nem érnek el.

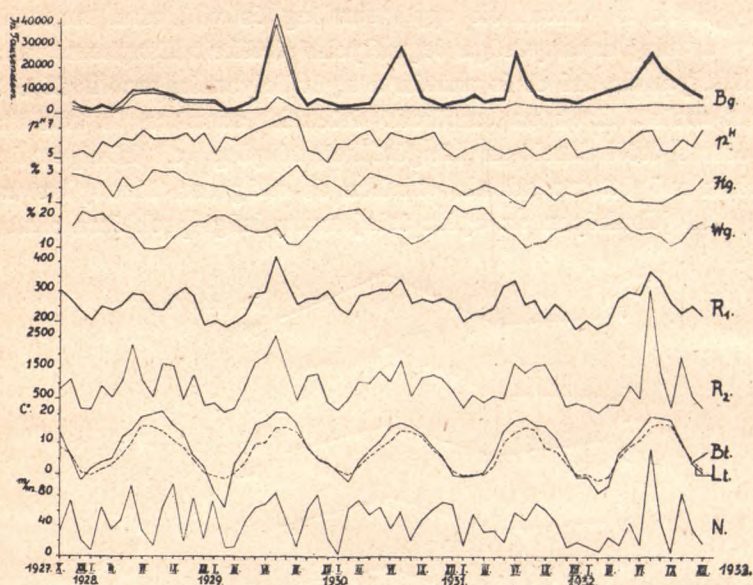
Ilyenmódon tehát közvetve világosan láthatjuk, hogy a probléma sokkal bonyolultabb és komplikáltabb, semmint az az első pillanatra látszik. A következő két képben bemutatom néhány északeurópai talaj savanyúságának változását. (L. 2. és 3. kép.) Ezek a változások egyértelműleg és világosan mutatják, hogy a talaj savanyúsága legmélyebb értékeit Északeurópában a tél folyamán éri el és azután a nyár folyamán emelkedő értékeket mutat. Ezek az emelkedő értékek azonban és általában az összes értékeknek az átlagértékei, tényleg a középeurópai értékek mögött maradnak, élénken és világosan bizonyítva azt, hogy tulajdonképpen az egész talajsavanyúsági probléma a maga



3. kép. Északeurópai kísérleti területek pH-értékei.

valóságában a klímával, tehát a csapadékviszonyokkal, hőmérséklettel és nagyon természetesen az ezek által indikált biológiai korhadási folyamatokkal függ össze.

További kísérleteink, amelyeket a következő képben mutatok be (lásd 4. kép.) s melyeket az egyik Sopron mellett fekvő



4. kép. A 15. sz. kísérleti terület 5 éven keresztül mért adatai.

kísérleti területünkön már hat éve folytatunk, azt is világosan igazolják, mélyen tisztelt Uraim, hogy a talajban élő baktériumok száma és a talajsavanyúságnak értékei között határozott összefüggések vannak. De még azt is mutatják, hogy majdnem minden esetben a humusztartalomnak összefüggése is kimutatható. A kép világos és a magyarázat egyszerű. A magas baktériumszám párosulva a megfelelő hőmérséklettel, feldolgozza a nyár folyamán a humuszanyagokat és nagyon természetesen, hogy ezek a humuszanyagok részben feldolgozva, részben közömbösebb természetű anyagokká alakítva a talajsavanyúságnak alacsony értékeit lehetetlenné teszik és kifejlődnek a legmagasabb értékek. A közölt kép mutatja, hogy a baktérium-

szám maximális értékeivel mindig a talajsavanyúságnak maximális és a humusztartalomnak minimális értékei esnek össze és viszont a víztartalom, úgy amint azt már az előzőkben kifejeztük, korrelatív viselkedést mutat. Tehát a víztartalom, amely végeredményben a talaj hőmérsékletének és a csapadék mennyiségének eredőjeképpen jelentkezik, fordítva viszonylik a pH értékekhez.

Ezek a megfigyelések most már, mélyen tisztelt Uraim, azt a feltevést, amelyet az előzőkben Önöknek vázoltam és amely tisztán és világosan mutatja a talajsavanyúságnak változását s a talajban lefolyó biológiai folyamatok közötti összefüggést, igaz és helyes. Természetesen ezeknek az adatoknak birtokában most már kutatásainkat folytatni kellett. Folytatni kellett pedig azért, mert ha már világossá vált, hogy a pH értékek még ugyanazon erdőtípusok mellett is állandó ingadozásokat mutatnak, hogyan és milyen mértékben lehet az egyes talajjellemző növényeket a talajsavanyúság, illetőleg közvetve az abban lefolyó biológiai folyamatok számára jellemzőül és indokátorul elfogadni.

Hogy kutatásainknak minél szélesebbkörű jelentőséget biztosítsunk, Közép- és Észak-Európában egyaránt talajsavanyúsági és ezzel kapcsolatosan növényoszociológiai felvételeket végezzünk. Természetesen ezeknél a felvételeknél különös súlyt helyeztünk arra, hogy elsősorban az erdő állományát akotó fákat vizsgáltuk meg, de másodsorban a talajokon előforduló növényzetet is vizsgálat alá vettük. Most elsősorban a fák viselkedésével óhajtottunk itt röviden foglalkozni. A megfigyelések eredményeinek összehasonlítása oly módon történt, hogy ugyanazon kísérleti területen belül figyelemmel kísértük a talajsavanyúsági értékeknek az egész éven át való változását és ezeket azután összefüggésbe hoztuk az ott található növényzettel. A pH értékeknél az ugyanazon tenyészeti időszakban előforduló maximális és minimális értékeket vettük alapul és ezeknek alapján mutatom be önöknek a Közép-Európának jellemzésre szolgáló táblázatot. (1. sz. táblázat.)

E táblázatban mindenekelőtt feltűnik, hogy a legtöbb erdei fánk, különösen Közép-Európában a talajsavanyúságnak rendkívül tág határai között tudja életfolyamatait lefolytatni. Az

1. sz. táblázat. pH-határértékek Közép-Európában.

| Sorszám | Növényfajok | Fenyőfák | Lombfák | Fenyő- és lombfák | pH | | | | | | | | | | |
|---------|----------------------|----------|---------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | | | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 8.0 |
| | F á k : | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. | Abies alba | + | + | ++ | | | | | | | | | | | |
| 2. | Acer campestre | + | + | ++ | | | | | | | | | | | |
| 3. | Acer pseudoplatanus | + | + | ++ | | | | | | | | | | | |
| 4. | Alnus glutinosa | | + | | | | | | | | | | | | |
| 5. | Carpinus betulus | + | + | ++ | | | | | | | | | | | |
| 6. | Castanea sativa | + | + | ++ | | | | | | | | | | | |
| 7. | Fagus silvatica | | + | | | | | | | | | | | | |
| 8. | Fraxinus excelsior | | + | | | | | | | | | | | | |
| 9. | Larix decidua | + | | | | | | | | | | | | | |
| 10. | Picea excelsa | + | | | | | | | | | | | | | |
| 11. | Pinus nigra | + | | | | | | | | | | | | | |
| 12. | Pinus silvestris | + | | | | | | | | | | | | | |
| 13. | Populus tremula | + | + | ++ | | | | | | | | | | | |
| 14. | Quercus pubescens | | + | | | | | | | | | | | | |
| 15. | Quercus robur | + | + | ++ | | | | | | | | | | | |
| 16. | Quercus sessiliflora | + | + | ++ | | | | | | | | | | | |
| 17. | Robinia pseudacacia | | + | | | | | | | | | | | | |
| 18. | Betula pendula | + | + | ++ | | | | | | | | | | | |
| 19. | Betula pubescens | + | + | ++ | | | | | | | | | | | |

bizonyos, hogy miután a mély értékek mindig télen, késő ősszel vagy kora tavasszal fordulnak elő, kétségtelenül ebben is a természetnek egy bölcs berendezését kell látnunk, amely a természeti erők kölcsönös összjátékával a káros tényezőket akkor szerepelteti, amikor azoknak káros hatása a legkevésbé nyilvánul meg. A legmagasabb, tehát a talajban lévő tápsók felvétele, az asszimiláció, a vízfelvétel, szóval a fák egész életműködése szempontjából a legkedvezőbb pH értékek a nyári tenyészeti időszakban alakulnak ki, amikor erdőállományaink a legélénkebb életműködést

2. sz. táblázat. pH-határértékek Észak-Európában.

| Sorszám | Növényfajok | Fenyverdők | Lomberdők | Fenyő és lomberdők | pH | | | | | | | |
|---------|--------------------------------------|------------|-----------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | | | | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 | |
| | Fák: | | | | | | | | | | | |
| 1. | <i>Alnus glutinosa</i> | | + | | | | | | | | | |
| 2. | <i>Alnus incana</i> | | + | | | | | | | | | |
| 3. | <i>Betula pubescens</i> (odorata) | + | + | ++ | | | | | | | | |
| 4. | <i>Betula pendula</i> (B. verrucosa) | + | + | ++ | | | | | | | | |
| 5. | <i>Fagus silvatica</i> | + | + | ++ | | | | | | | | |
| 6. | <i>Picea excelsa</i> | + | | | | | | | | | | |
| 7. | <i>Pinus silvestris</i> | + | + | ++ | | | | | | | | |
| 8. | <i>Sorbus aucuparia</i> | + | | | | | | | | | | |
| | Cserjék: | | | | | | | | | | | |
| 1. | <i>Juniperus communis</i> | | + | | | | | | | | | |
| | Félcserjék: | | | | | | | | | | | |
| 1. | <i>Calluna vulgaris</i> | + | | | | | | | | | | |
| 2. | <i>Cornus suecica</i> | + | + | ++ | | | | | | | | |
| 3. | <i>Empetrum nigrum</i> | + | + | ++ | | | | | | | | |
| 4. | <i>Rubus idaeus</i> | + | | | | | | | | | | |
| 5. | <i>Rubus saxatilis</i> | | + | | | | | | | | | |
| 6. | <i>Vaccinium myrtillus</i> | + | + | ++ | | | | | | | | |
| 7. | <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | + | + | ++ | | | | | | | | |
| 8. | <i>Vaccinium uliginosum</i> | | + | | | | | | | | | |

folytatják. Egyedül az akác az a fafajunk, amely általában a savanyú talajokat nem kedveli és amelynek határértékei egészen szűk és feltétlenül a közömbös felé hajló oldalon mozognak. A többi erdei fáink határértékei általában a közömböst ritkán érik el. Ezen a téren csupán a *Populus nigra*, a *Quercus sessiliflora* és a rendkívül kozmopolita *Betula pendula* képezi a kivételt.

Rendkívül érdekes most már, ha Észak-Európában vesszük ezeket a fafajokat vizsgálat alá. (2. sz. táblázat.) Azt fogjuk ta-

pasztalni, hogy ugyanazok a fafajok, amelyek Észak-Európában a legnagyobb kilengést mutatták, tenyészetük Közép-Európában szűkreszabott határok között mozog. Különösen világossá válik ez a probléma, ha az Észak-Európára vonatkozó adatokat a most következő összeállításban összehasonlítólággal kezeljük. Kétségkívül már az első pillanatra látni fogjuk, hogy azok a fafajok, amelyek a mi erdeinkben és az északeurópai erdőkben egyaránt előfordulnak, ott sokkal szűkebb határok között mozognak, mint Közép-Európában. Ez vonatkozik és áll az úgynevezett félcserjékre is, amilyen például a *Calluna vulgaris*, amely Észak-Európában a lehető legsavanyúbb értékek mellett fordul elő, nálunk, Közép-Európában, pedig a talajsavanyúságnak erősen a közömbös felé hajló értékeit is eltűri. Ugyanez áll a *Vaccinium myrtillus* is. A következő táblázatban most már néhány Közép- és Észak-Európában egyaránt előforduló növénynek pH értékeit vázoljuk fel. (L. 3. sz. táblázat.)

Az eredmény mindenütt ugyanaz lesz. Látni fogjuk, hogy ugyanazok a növények, amelyek Közép-Európában tág pH határok között folytatják életműködésüket és a talajsavanyúságnak magas és alacsony értékeit egyaránt eltűrik, Észak-Európában szűk pH határok között élnek. Ezek a kiragadott, de felette jellemző példák nagyon is határozottan mutatják, mélyen tisztelt Uraim, hogy az a feltevés, amely az erdei fák és az erdőtalaj jellemző növényeinek az életét határozott szűk pH határokkal óhajtotta jellemezni, nem tartható fenn. A fák és általában az erdő talaján előforduló különböző növényeinknek — a talaj savanyúsága szempontjából való elhatárolása csakis oly módon lehetséges, hogy ugyanazt a klímaterületet, pl. Közép-Európát, vagy Skandináv-félsziget északi részét, vagy Északnyugat-Európát vesszük alapul és ezen a kisebb területen belül igyekezzünk a fáink és növényeink életére jellemző pH értékeket felállítani. De ebben az esetben is ezek a fák és talajjellemző növények sohasem lesznek egy szűkreszabott pH értékek jellemzőiül képviselve, hanem csak mindig úgy jellemezhetők és karakterizálhatók, hogy azokat a határértékeket adjuk meg, amelyekben belül ezeknek az életjelenségei még lefolytathatókká válnak.

Messze vezetne itt, ha most részletesen azt a rendkívül sok növényfaját, amelyekre vizsgálatainkat kiterjesztettük, abból a szempontból, hogy milyen talajok jellemzik, be akarnám mutatni. Inkább csak példákat ragadok ki és főleg arra helyezek súlyt, hogy kifejezésre juttassam azt, hogy vajjon valamilyen növényfaj a talajnak savanyú, közömbös, vagy alkalikus reakcióját jelzi. Ezt tulajdonképpen, amint már említettem, csak határértékekkel lehet kifejezni. Abban a részletes munkámban, amelyben ezzel a kérdéssel foglalkoztam, megtalálhatják, mélyen tisztelt Uraim, a vizsgálatoknak behatóbb és részletesebb eredményeit. *En, ebben az előadásomban nem a részletekre, hanem főleg annak kidomborítására fektettem súlyt, hogy Önöket meggyőzzem arról, miszerint a talajbiológiai folyamatok közvetlenül és döntően befolyásolják a pH értékek kifejlődését, azok változását szabályszerűen indikálják és hogy az a feltevés, amely szerint bizonyos erdei fák, bizonyos talajjellemező növények határozott, szűkreszabott pH értékekkel lennének jellemezhetők, nem tartható fenn.* A különböző növényeknek jellemző mivoltát tehát csak úgy fogadhatjuk el, ha határozott klímaterületeken belül kimutatjuk azokat a pH értékeket, amelyek között azok életüket rendszerint lefolytatják. Óvakodni kell tehát mindenestre attól, hogy például egy közép-európai termőhelyen nőtt és ott jellemző növényfajta viselkedését az északeurópai talajok számára jellemzőül, vagy kiindulópontul tegyük.

Ha pedig általában valamely erdőtípusunk talaját óhajtjuk vizsgálat tárgyává tenni, úgy semmiesetre sem ajánlatos megállapításunkat egyedül és kizárólag a talajjellemező növényekre alapítani. A leghelyesebb módszer az, ha a főbb tenyészeti időszakokban megmérjük pH értékeinket és azután megadjuk azokat a határértékeket, amelyek között ezek mozognak. Itt meg kell jegyeznem azt is, hogy természetesen a pH értékeknek, az erdőtalaj biológiai tevékenységeknek és általában minőségének megítélése szempontjából kiválóan nagy fontossága van. Mindezek a vizsgálatok és eredmények, amelyeket eddig felsoroltam és amelyekre eddig hivatkoztam, tulajdonképpen csak empirikus, tapasztalati tényeken alapulnak és egészen a legutóbbi évekig hiányzott ezeknek a tapasztalati tényeknek kísérleti úton való megerősítése. Márpedig kísérleti úton való be-

igazolása a tapasztalati tényeknek, mélyen tisztelt Uraim, véleményem szerint mindazon esetekben elkerülhetetlenül és feltétlenül szükséges, amikor egy nagyobb tényezőhalmaz által létrehozott, egymást kölcsönösen komplex értelemben is befolyásoló jelenségsorozatot veszünk vizsgálat alá.

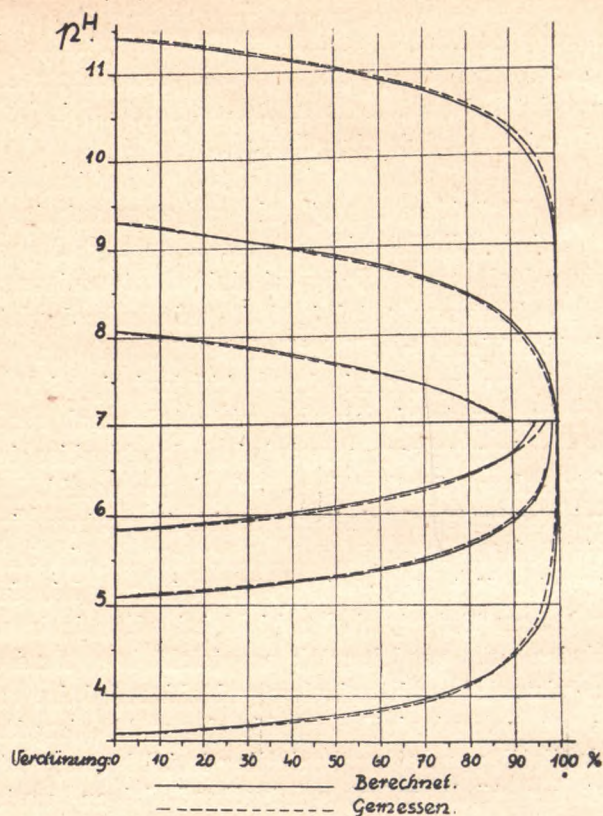
Idevonatkozólag számos vizsgálatot végeztünk és én a magam részéről rövidesen most már ezeket szeretném Önökkel ismertetni. Mindenekelőtt rá kell mutatnom egy tényre. A pH értékek változásait azok fizika-kémiai alaptermészete következtében természetesen a talajpróbák mindenkor víztartalma is befolyásolja. Hiszen a pH értékek tulajdonképpen a mindenkor hidrogén-ion mennyiségeknek kifejezései, tehát világos, hogy ha ugyanazon talaj nagyobb víztartalommal rendelkezik, úgy benne a száraz anyagmennyiségének kisebbedése és a magasabb víztartalom következtében aránylag kevesebb hidrogén-ion lesz, mintha az illető talajt szárazabb állapotban vizsgáljuk.

Az újabb időkben az irodalomban ezt a kérdést szintén többhelyütt vizsgálat tárgyává tették. Sajnos, a kérdés vizsgálata olyan helyen történt, ahol a biológiai változások mérésére, regisztrálására nem rendelkeztek megfelelő berendezésekkel és így csak a víztartalomváltozások egyoldalú mérésére szorítkoztak. Mi, a magunk részéről a kérdés alaposabb vizsgálata mellett úgy elméletileg, mint gyakorlatilag is jól használható összefüggéseket nyertünk, miket a következő képen mutatok be. (L. 5. kép.)

Ez a kép azt mutatja, hogy ha valamilyen anyagnak, a jelen esetben talajpróbáknak a pH értékeit ismerem, abban az esetben ugyanazon próbánál más víztartalom mellett a pH értékeket bármikor kiszámíthatom, miután azok éppen a dolog fizika-kémiai természeténél fogva egy határozott képletben és ezt kiegészítőleg egy átnézetes grafikonban is kifejezhetők. A képlet, amelynek levezetésére itt nem térek ki bővebben, két formával rendelkezik. Az egyik formája azokra a pH értékekre vonatkozik, amelyek a legmagasabb, tehát a közömbös oldalon túl, az alkalikus oldal felé eső mérésekre vonatkoznak, a másik formája pedig a savanyú pH értékek változását fejezi ki.

Ha $\text{ph} < 7$, akkor $x = p + \log b - \log \eta \cdot a$

ha pedig $\text{ph} > 7$, úgy $x = p - \log b + \log \eta \cdot a$



5. kép: A pH -értékek víztartalom szerinti változása.

ahol x = a megváltozott víztartalomnak megfelelő, vagyis a keresett pH .

p = a mért pH értéke.

a = a mérésnél a talajhoz adott vízmennyiség + a talaj víztartalma cm^3 -ben.

b = a mérésnél a talajhoz adott vízmennyiség + a talaj megváltozott víztartalma cm^3 -ben.

a változott talaj súlya

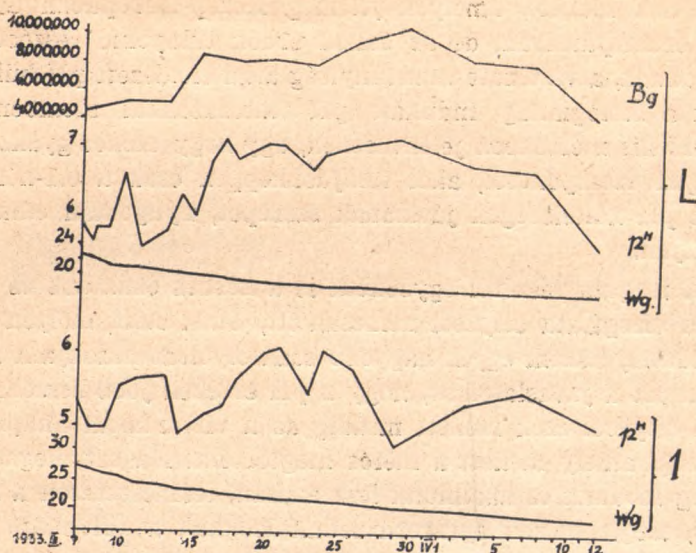
az eredeti talaj súlya.

Ezekkel a görbékkel és képletekkel most már vizsgálat alá vettük kutatásaink eredményeit is. Általában arra a rendkívül érdekes megállapításra jutottunk, hogy azon talajnedvességi

változások mellett, amelyek jelenleg Közép-Európában és hazánk erdőtípusaiban, de az északi erdők túlnyomó részében is uralkodnak, a változott vízmennyiség által előidézett pH különbségek a biológiailag indukált pH változásokkal szemben elenyésző kis mértékben jelentkeznek, úgy hogy ezeket gyakorlati biológiai szempontból, ahol tulajdonképpen csak a 0.1-nél nagyobb pH különbségek játszanak szerepet, nyugodtan elhanyagolhatjuk.

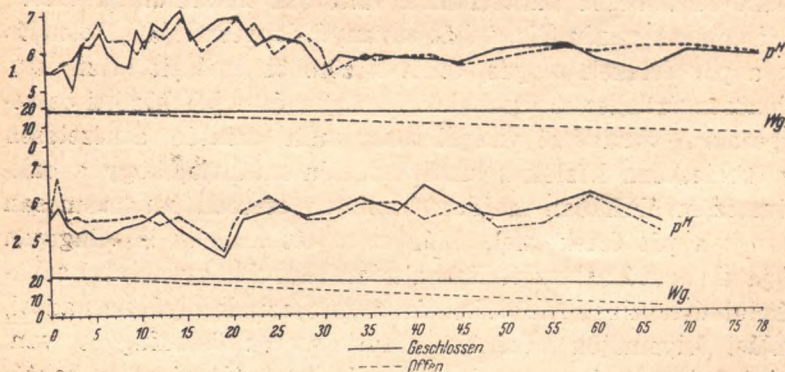
A magam részéről egyébként is a kérdés exaktabb és pontosabb vizsgálata céljából nemcsak itt, Önök előtt, mélyen tisztelt Uraim, hanem egyik nagyobb szakfolyóirat hasábjain megtettem azt a javaslatomat, hogy a pH értékek jobb összehasonlítása céljából ezek mellett mindig az a víztartalom állapítsa meg, amely mellett a mérés megtörtént. Ha ezt megadjuk, mindig módunk és akalmunk lesz azután, természetesen a megfelelő, meglehetősen egyszerű számításokkal, a különböző próbák pH értékeit közös bázisra, közös alapra helyezni és ezeket összehasonlítani. Ezeknek figyelembevételével végeztük el azután további kutatásainkat. Ezek természetesen részletesek, kiterjedtek voltak, úgy hogy én nem is óhajtom most ezeket külön részletezni.

A következő, 6. sz. képen bemutatom azt, hogy a baktériumszám változása és a pH értékek változása között szoros összefüggés van. Különösen az aerob baktériumok változása mozog mindig közvetlenül párhuzamosan a pH értékek változásaival, viszont az anaerob baktériumok változása maximumuk esetén a pH értékek minimális, tehát savanyú depressziója időpontjában a pH értékek magas, tehát közömbös értékeit idézik elő. Különösen érdekes az összbaktériumszám és a pH közötti összefüggésekre vonatkozó vizsgálatunk, amit szintén átnézetesen egy táblázatban közlök s amely szintén mutatja, hogy a baktériumszám általában majdnem minden esetben párhuzamosan változik a pH értékekkel. Már ez a két kísérlet is világosan állítja Önök elé azt az elvitathatatlan tényt, hogy a talaj savanyúsági értékeinek változása és a talajban lefolyó korhadási, bomlási folyamatok mikéntje között szoros összefüggés van. Amint már annyiszor az előzőkben is hangsúlyoztam, a baktériumok a talajok savanyú természetét előidéző félig elbomlott



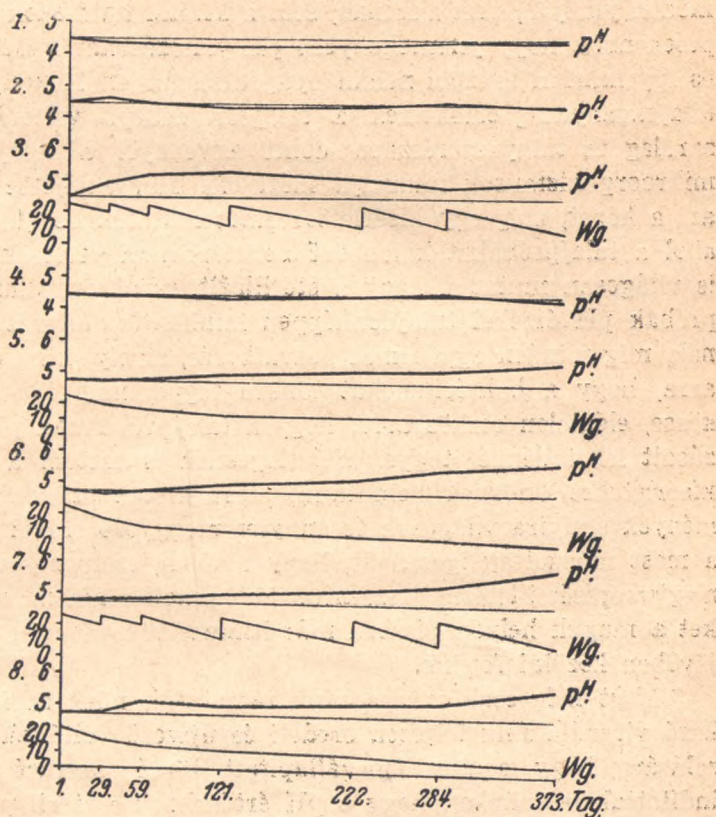
6. kép: A pH-értékek és a baktériumszám változásai. (Bg=baktériumszám, Wg=vízirtalom, L=L-jelű kísérleti terület középkorú lúcos, 1=1. sz. kísérleti terület, lúcos.

termékeket feldolgozzák és azután ezeknek a savanyú természetű termékeknek elbomlasztása által a pH értékeket a lassan közömbös oldal felé szorítják. Hogy egyébként a talajpróbák a vétel után milyen erősen és milyen mértékben változnak, arra vonatkozólag az itt végzett sok kísérlet közül tájékoztatásul be-mutatok egyet. (L. 7. kép.)



7. kép: A pH-értékek változásai a talajok vétele után. (Wg=vízirtalom, geschlossen = zárt edényben, offen = nyílt üvegben.

Ez a kísérlet is világosan igazolja, hogy mennyire óvatosan kell eljárunk akkor, amikor a talaj savanyúságát vizsgáljuk. Sohasem szabad a talajpróbákat hosszabb ideig raktározni, mert éppen a próba vétele után azoknak a belső biológiai és biokémiai konstrukciójában nagymérvű változások lépnek fel, amelyek pár napon belül jelentékeny eltolódásokat idéznek elő a pH értékek változásaiban. De mindezek a kísérletek, mélyen tisztelt Uraim, nem elegendők arra, hogy bebizonyítsák nekünk azt, hogy a pH értékek változását egyedül és kizárólagosan csak a mikrobiológiai folyamatok idézik elő. Idevonatkozólag

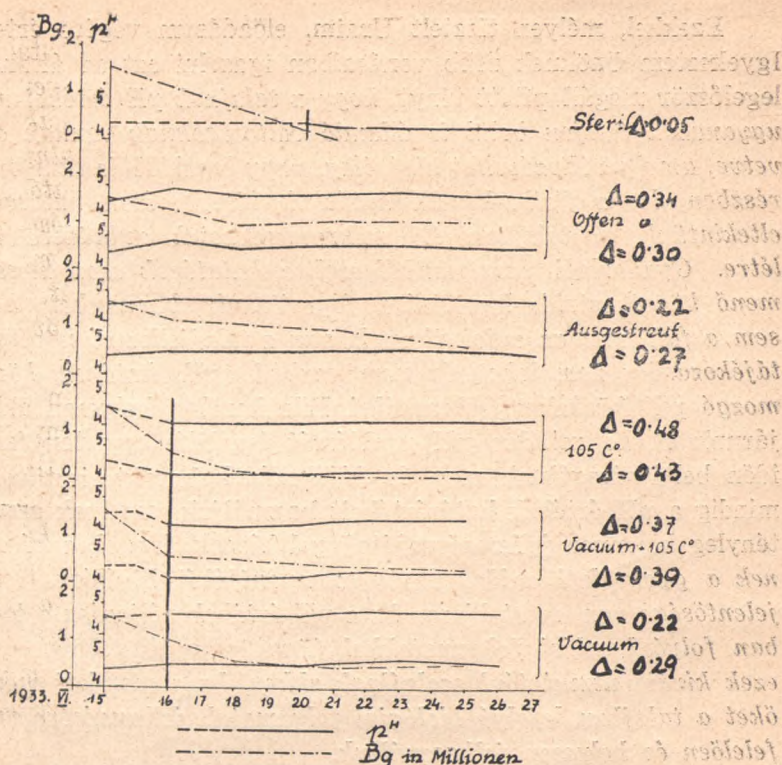


8. kép: A pH-értékek változásai különbözőképpen kezelt talajokon egy éven keresztül. Wg = víztartalom, 1 = sterilizálva zárt üvegben, 2 = sterilizálva és vattadugóval zárva, 3 = sterilizálva és utána oldva, 4 = sterilizálás és vattával zárva, 5 = sterilizálás nélkül zárt üvegben, 6 = sterilizálás nélkül nyílt üvegben, 7 = sterilizálás nélkül vattával zárva és időnként eredeti víztartalomra hozva, 8 = sterilizálás nélkül vattával zárva.

újabb, döntőbb erejű bizonyítékot kellett szolgáltatni. (L. 8. kép.) Ennek a kivitele rendkívül egyszerű volt. Különböző talajpróbákat sterilizáltunk, tehát háromszor egymásután áramló gőzben baktériummentessé tettük és viszont összehasonlításhoz egyeseket sterilizálás nélkül hagytunk, másokat pedig a sterilizálás után megint aktív, működő talajanyaggal beoltottunk.

Ez a kísérlet, mélyen tisztelt Uraim, már határozott eredményeket hozott. Majdnem több mint egy évig tartó kísérleti tartam alatt világosan be tudtuk igazolni, hogy azokban a talajpróbákban, ahol a talajban élő mikroszervezeteket megfelelő módon jelöljük, sem a fizikai, sem a kémiai ható okok nem képesek arra, hogy jelentékenyebb pH változásokat idézzenek elő és így minden további nélkül nyugodtan kimondhattuk, hogy a talajsavanyúság értékeinek a talajban fellépő változásait kizárólag és túlnyomórészt döntő érvénnyel a talajban élő mikroorganizmusok munkája idézi elő. Hogy teljessé tegyem azt a képet, még egy kísérletsorozatot mutatok be (l. 9. kép), ahol a talajpróbákat különböző behatásoknak vetettük alá. Ez is világosan mutatja, hogy a sterilizált, tehát csirátlaná tett próbák pH értékei tulajdonképpen minimális változást mutatnak, míg minden egyéb más beavatkozás, amely nem elegendő arra, hogy a baktériumokat tönkre tegye, munkájukat megkösse, elégtelen eszköz arra, hogy a talajpróbáknak pH változásait lehetetlenné tegye. Feleslegesnek is tartom a további kísérleteket Önöknek bemutatni, mert hiszen az eddigi eredmények annyira világosak és annyira meggyőző erővel hirdetik a most mondottak igazságát, hogy a többi, számos kísérletnek megismerését illetőleg a szakirodalomra kell utalnom, ahol ezeket a maguk helyén részben már ismertettük, részben a közeljövőben közölni fogjuk.

Most még csak arra akarok rámutatni, mint az idevonatkozó vizsgálataink teljesen eredeti és újszerű voltának az igazolására, hogy a most megállapított törvényszerűségek arra indítottak bennünket, hogy a pH értékeknek a steril próbákon való stabilitását a talajbaktériumok számának meghatározására használjuk fel. Ezt egyszerűen úgy csináljuk, hogy az eddig használatos baktériumtáptalajok helyett egyszerűen valamilyen adott talaj baktériumszámának meghatározása céljából mint



9. kép: Különbözőképpen kezelt talaj pH-értékeinek változásai. (Steril = 3-szor áramló gőzben sterilizálva, offen = nyílt üvegben tartva, ausgestreut = laposan kiszórva, 105 C° = 105 C°-on szárítószekrényben 24 óráig kezelve, Vacuum + 105 C° = 12 óráig vácuumban és 12 óráig 105 C°-on szárítva, Vacuum = 24 óráig vácuumban szárítva, Bg in Millionen = baktériumszám milliókban).

tápanyagot magát az illető talajt használjuk fel, amelyet pontosan sterilizálunk és most az élő talaj különböző hígításaival beoltjuk. A hígítások nagysága és annak a határnak megállapítása, ahol a pH értékek változása megkezdődik, megadja nekünk a módot és lehetőséget arra, hogy az eddigi módszereknél jobban, sokkal inkább megközelítőleg fejezzük ki a talajbaktériumok számát, mint az az eddigiekben történt. Távol áll tőlem az, hogy ezt, a kivitelében elég bonyolult vizsgálati módszert és eljárást itt Önökkel ismertessem, csak a felvetett kérdéssel kapcsolatosan óhajtottam ezt is, mint bizonyítékot Önök elé állítani.

Ezekkel, mélyen tisztelt Uraim, előadásom végére értem. Igyekeztem Önöknek főbb vonásaiban igazolni azt az általunk legelőször megállapított tény, hogy a talajnak pH értékei még ugyanazon talajon belül is állandó változásoknak vannak alávetve, amely változásokat kizárólag, vagy legalább is túlnyomórészt, ha a fizika-kémiai hatóokok kisebbmértvű hatásaitól eltekintünk, a talajban élő mikroszervezetek működése hoz létre. Gyakorlati szempontból ezek a kutatások azon messze-menő következtetés levonására jogosítanak bennünket, hogy sem a fák, sem az erdei típusok, sem a talajjellemző növények tájékozására nem lehet és nem szabad szűk határok között mozgó pH értékeket felhasználni. Ellenkezőleg, helyesen akkor járunk el, ha minden pH problémát legalább egy tenyészeti időn belül vizsgálunk meg és tájékozásul karakterisztikumul mindig a pH értékek határértékeit használjuk, amelyek azután tényleg bizonyos jellemző sajátsággal bírnak. Ennek a kérdésnek a gyakorlati erdőgazdaság szempontjából kiválóan fontos jelentősége van, mert hiszen ha a pH értékek változása a talajban folyó bomlási folyamatokkal függ össze, úgy lehet ezek kiváló útmutatóul szolgálnak akkor, ha a mondott módon őket a talajban lefolyó biológiai folyamatok jellemzésére megfelelően és helyesen felhasználjuk.

