

A talajsavanyúság biológiai alap- jelenségeiről

írta: Dr. Fehér Dániel.

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

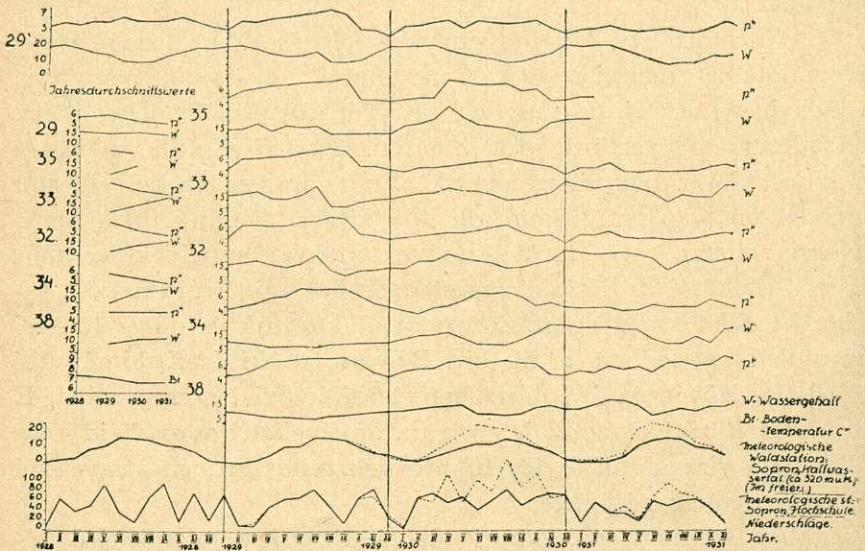
Mélyen tisztelt Uraim! Alig volt az újabb talajtani és biológiai irodalomnak nagyobb érdeklődést keltett problémája, mint a talajsavanyúság kérdése. Ez a jelenség, amely különösen a mezőgazdasági talajoknál lépett fel és ott nagyon sok tünetet, a mezőgazdasági növényeknek növekedésben való elmaradottságát, 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 kezeléssel és értelmezéssel 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-

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 talajféleség 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.

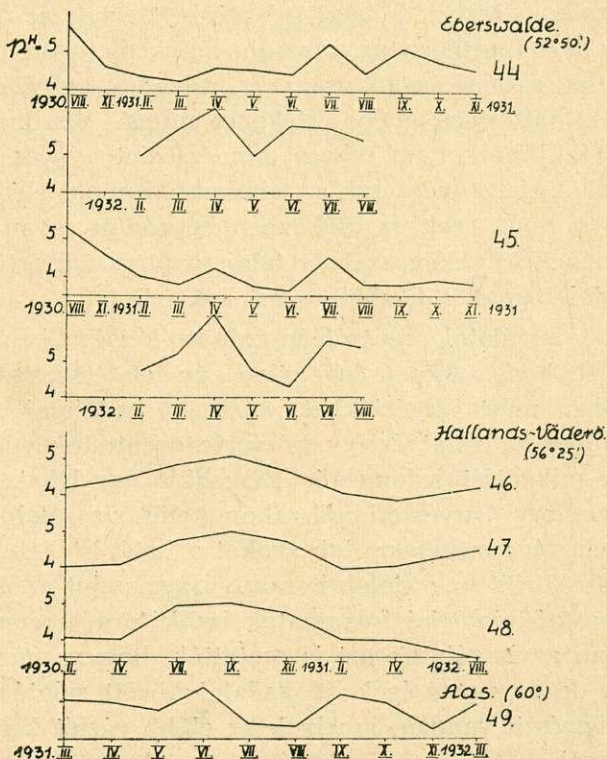
Feldolgoztunk itt sorozatosan fenyőerdőket, lomberdőket, tarvágásokat és ezeknek összefoglaló eredményeit mutatja ez a kép. Az első pillanatra látjuk, hogy a talaj savanyúsága állandó és szabályszerű változást mutat. Nevezetesen minimumát rendszerint a téli hónapokban éri el, míg a maximumot ősszel szokta felmutatni. Ha most már az évi átlagokat, vagy ugyanazon éven belül a most említett változásokat a talaj víztartalmával hozzuk kapcsolába, 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 jelenségsoportnak 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-

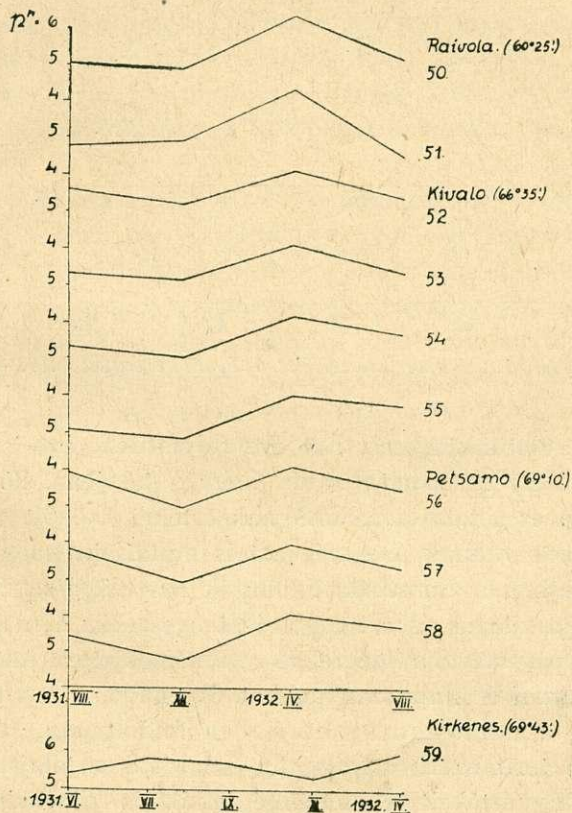
dési és közvetve jövedelmezőségi viszonyai szempontjából az erdőtalaj megfelelő jellemzése s az abban lefolyó bomlási folyamatok ismerete gyakorlati szempontból elengedhetetlenül fontos és szükséges. Ha a talajsavanyúságnak értéke $\text{pH}=4$ alá süllyed, majdnem minden erdei fánk már növekedési zavarokat 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 Északkeurópában általában mindig mélyebb, tehát savanyúbb értékeket kapunk, mint Középeurópában. Még a mi klimatikus viszonyaink mellett is télen és tavasszal az Északkeurópában megfigyelt mély értékekhez közeledünk, viszont nyáron, illetőleg kora ősszel, olyan magas, erősen a közömbös felé hajló pH



2. kép. Északkeurópai kísérleti területek pH -értékei.

értékeket találunk, amelyeket a középeurópai talajok nem érnek el.

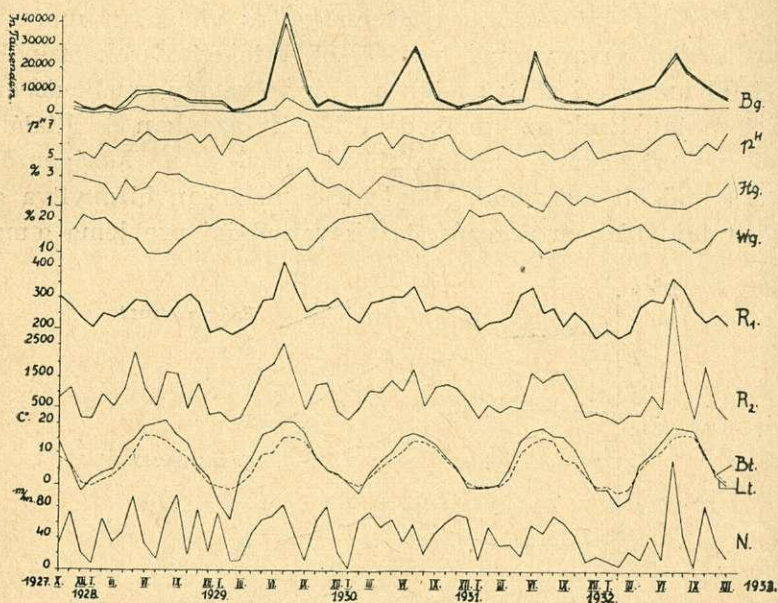
Ilyenmódon tehát közvetve világosan láthatjuk, hogy a probléma sokkal bonyolultabb és komplikáltabb, semmint az az első pillanatra látszik. A következő két képben bemutatom néhány északeurópai talaj savanyúságának változását. (L. 2. és 3. kép.) Ezek a változások egyértelműleg és világosan mutatják, hogy 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 klimával, 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 előzőekben 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 előzőekben 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 erdőtipusok 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 növényzociológiai felvételeket végeztünk. 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 óhajtunk 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.	Rob nia 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 legelénkebb életműködést

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

Sorszám	Növényfajok	Fenyőerdők	Lomberdők	Fenyő- és lomberdők	pH					
					3·5	4·0	4·5	5·0	5·5	6·0
F á k :										
1.	<i>Alnus glutinosa</i>		+		—————					
2.	<i>Alnus incana</i>		+		—————					
3.	<i>Betula pubescens</i> (odorata)	+	+	++	—————					
4.	<i>Betula pendula</i> (β. verrucosa)	+	+	++	—————					
5.	<i>Fagus silvatica</i>	+	+	++	—————					
6.	<i>Picea excelsa</i>	+			—————					
7.	<i>Pinus silvestris</i>	+	+	++	—————					
8.	<i>Sorbus aucuparia</i>	+			—————					
C ser j é k :										
1.	<i>Juniperus communis</i>		+		—————					
F é l c s e r i é k :										
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 összehasonlítólag 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 igyekszünk 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, amelyeken belül ezeknek az életjelenségei még lefolytathatókká válnak.

3. sz. táblázat. A kozmopolita növények határértékei.

Közép-Európa————. Észak-Európa-----.

Sorszám	Növényfajok	pH										Szélességi fokok
		3·5	4·0	4·5	5·0	5·5	6·0	6·5	7·0	7·5	8·0	
	F á k :											
1.	<i>Alnus glutinosa</i>	—————										47°47'–57°
2.	<i>Betula pendula</i> (<i>B. verrucosa</i>)	—————										47°47'–52°40'
3.	<i>Betula pubescens</i>	—————										47°47'–69°30'
4.	<i>Fagus silvatica</i>	—————										47°47'–52°40'
5.	<i>Picea excelsa</i>	—————										47°47'–66°30'
6.	<i>Pinus silvestris</i>	—————										47°47'–69°20'
	F é l c s e r j é k :											
7.	<i>Calluna vulgaris</i>	—————										47°47'–52°40'
8.	<i>Rubus idaeus</i>	—————										47°47'–63°40'
9.	<i>Vaccinium myrtillus</i>	—————										47°47'–69°20'
	F ü v e k :											
10.	<i>Deschampsia flexuosa</i> (syn. <i>Aira flexuosa</i>)	—————										47°47'–69°20'
11.	<i>Festuca ovina</i>	—————										47°47'–69°20'
12.	<i>Luzula pilosa</i>	—————										47°47'–69°20'
13.	<i>Milium effusum</i>	—————										47°47'–69°20'
	G y o m o k é s d u d v á k :											
14.	<i>Athyrium filix femina</i>	—————										47°47'–66°30'
15.	<i>Cicerbita</i> (<i>Lactuca</i>) <i>muralis</i>	—————										47°47'–59°43'
16.	<i>Equisetum silvaticum</i>	—————										47°47'–66°30'
17.	<i>Fragaria vesca</i>	—————										47°47'–59°43'
18.	<i>Majanthemum bifolium</i>	—————										47°47'–66°30'
19.	<i>Melampyrum silvaticum</i>	—————										47°47'–66°30'
20.	<i>Oxalis acetosella</i>	—————										47°47'–63°40'
21.	<i>Paris quadrifolius</i>	—————										47°47'–60°17'
22.	<i>Rumex acetosa</i>	—————										47°47'–69°20'
23.	<i>Solidago virga-aurea</i>	—————										47°47'–69°20'
24.	<i>Stellaria holostea</i>	—————										47°47'–60°17'
25.	<i>Veronica chamaedrys</i>	—————										47°47'–59°43'
	M o h o k :											
26.	<i>Hylocomium pzoliferum</i> syn. <i>H. splendens</i>	—————										47°47'–69°30'
27.	<i>Pleurozium Schreberi</i> syn. <i>Hypnum Schreberi</i>	—————										47°47'–69°30'
28.	<i>Polytrichum commune</i>	—————										47°47'–66°30'
29.	<i>Polytrich. juniperinum</i>	—————										47°47'–69°20'

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 hátrértékekkel lehet kifejezni. Abban a részletes munkámban, amelyben ezzel a kérdéssel foglalkoztam, megtalálhatják, mélyen tisztelt Uraim, a vizsgálatoknak behatóbb és részletesebb eredményeit. *Én, 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, szűkrezabott pH értékekkel lennének jellemezhetőek, 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 mindenesetre attól, hogy például egy középeurópai termőhelyen nőtt és ott jellemző növényfajta viselkedését az északeurópai talajok számára jellemzőül, vagy kiindulópontul tegyük.

(Folytatjuk.)