

A modern erdőművelés talajbiológiai problémái*

(Befejező közlemény.)

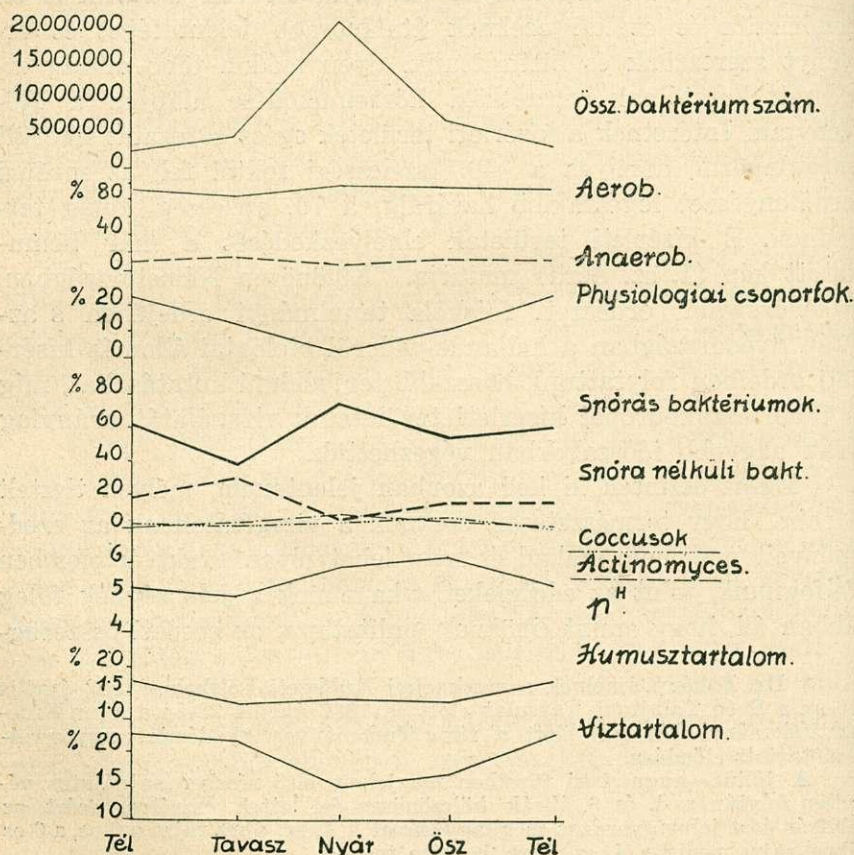
Természetesen már évekkel ezelőtt felmerült annak a szükségessége, hogy a túlnyomóan Közép-Európában, főleg magyarországi területeken végzett kutatásaink eredményeit a kutatási területnek más klimarégiókra való kiterjesztésével és a tőlünk erősen elütő erdőtalajok viszonyainak vizsgálatával is ellenőrizzük és ezáltal ezeknek általánosabb jelentőséget és érvényt szerezzünk és biztosítsunk. Ilyen módon több ország erdészeti kutatóinak nemzetközi közreműködése alapján a Növényteni Intézetnek a kísérleti területek egész sorozatát sikerült megalapozni, amelyek a 46. szélességi foktól fel, az európai erdőtenyészet legészakibb határáig, a 70. szélességi fokig terjednek. E kísérleti területek elhelyezkedését a már bemutatott kép (1. sz. ábra) mutatja. Különösen Németországban, az eberswaldi erdészeti főiskola tanulmányi erdejében s aztán Svédországban a hallands-väderöi biológiai állomás kísérleti erdeiben folytattunk hosszabb terjedelmű kutatásokat, míg a többi északeurópai kísérleti területeink vizsgálatát aránylag csak nagyobb időszakokban végezhattük.

Egész őszintén ki kell azonban jelentenem, mélyen tisztelt Uraim, hogy természetesen ezeknek a vizsgálatoknak az eredményeit már nem szabad és nem lehet olyan exakt értelemben felfognunk, mint az eddigieket. Oka ennek a jelenségnek főleg abban áll, hogy amint Önöknek említettem, az eredeti összefü-

* Dr. Fehér Dánielnek a stockholmi Erdészeti Főiskolán 1932 április 16-án a Svéd Talajtani Társulat előtt és 1932 április 23-án a Finn Erdészettudományi Társulat előtt a finn Tudományos Akadémia nagytermében tartott előadása.

A július—augusztusi füzetben megjelent első részben sajnálatos véletlen folytán a 4. és 6. ábrák kölcsönösen fel lettek cserélve, ezért az aláírás és a jelmagyarázat meghagyásával a 4. sz. ábra rajza a 6-os, a 6-os ábra rajza pedig a 4. sz. ábra helyére teendő.

géséből kiszakított talajpróbát is élő, folyton változó anyagnak kell tekinteni, amely természetesen a változott külső körülmények behatására azonnal és élénken reagál. Éppen ezért, mint-hogy a talajpróbák különösen Skandinávia legészakibb vidékeiről bizony néha 8—10 napig voltak úton, bizonyos, hogy ezeknek az összetételében és viselkedésében oly változások mentek végbe, amelyeket, minthogy az eredeti állapotot nem regisztrálhattuk és nem ellenőrizhattuk, kvantitatíve ki sem fejezhetjük. Amint az előzetes laboratóriumi vizsgálataink mutatják, különösen télen, amikor az erős hidegben megfagyott talajok a magasabb hőmérsékletű szállítóhelyiségekben (hajón vagy vasúton) hosszabb ideig feküdtek, természetesen ezeknek úgy baktérium



7. ábra. A megvizsgált kísérleti területek baktériumszámának változásai.

tartalmában, mint pedig szervesanyag, nitrogén és nitrát tartalmában, nemkülönben talajsavanyúsági állapotában elég érezhető változások következtek be. Tekintettel azonban, hogy ezek a próbák általában rendszerint egyenlő hosszú ideig voltak úton, feltételezhetjük azt, hogy a változások relatíve ugyanazok voltak és így az adatok mégis alkalmasak arra, hogy velük általános tájékozódásul összehasonlító vizsgálatokat végezhessünk. Amidőn tehát én ezen kutatásaink eredményét Önökkel közlöm, hangsúlyozottan előrebocsátom, hogy ezen a téren minden félreértésnek vagy az eredmények félremagyarázásának elejét vegyem.

Különben az eredmények azt mutatják — amint arról Önök most mindjárt meg is győződhetnek, — hogy a változások relatív természete és a talaj dynamikai jelenségkomplexumainak lefolyása ezeknél is minden nehézség nélkül észlelhető és kimutatható. Mindenesetre ezeken a területeken most már nemcsak kvantitatív vizsgálatokat végeztünk, hanem épúgy, mint a többi területeinken, kutatásainkat a baktériumflóra fajbeli, vagyis minőségi összetételére is kiterjesztettük. A vizsgálatok eredményeit a most bemutatott kép (7. sz. ábra) szintén plasztikusan szemlélteti. Ez a kép mindenekelőtt azt mutatja, hogy ha az összes területek átlagait képezzük, az előbbieken említett és részletesen letárgyalt törvényszerűségek a maguk eredeti mivoltában határozottan és kifejezetten jelentkeznek. Láthatjuk, hogy a baktériumszám a maximumot a nyári hónapokban éri el és azt is láthatjuk, hogy az anaerol baktériumoknak a százalékos viszonya a nyári hónapokban válik talajlélekzési szempontból kedvezőbbé, ami alatt azt kell értenünk, hogy ezek a talaj szénsavtermelését erősen befolyásoló mikroorganizmusok százszázalékos összetételüket tekintve a nyári hónapokban érik el a minimumukat.

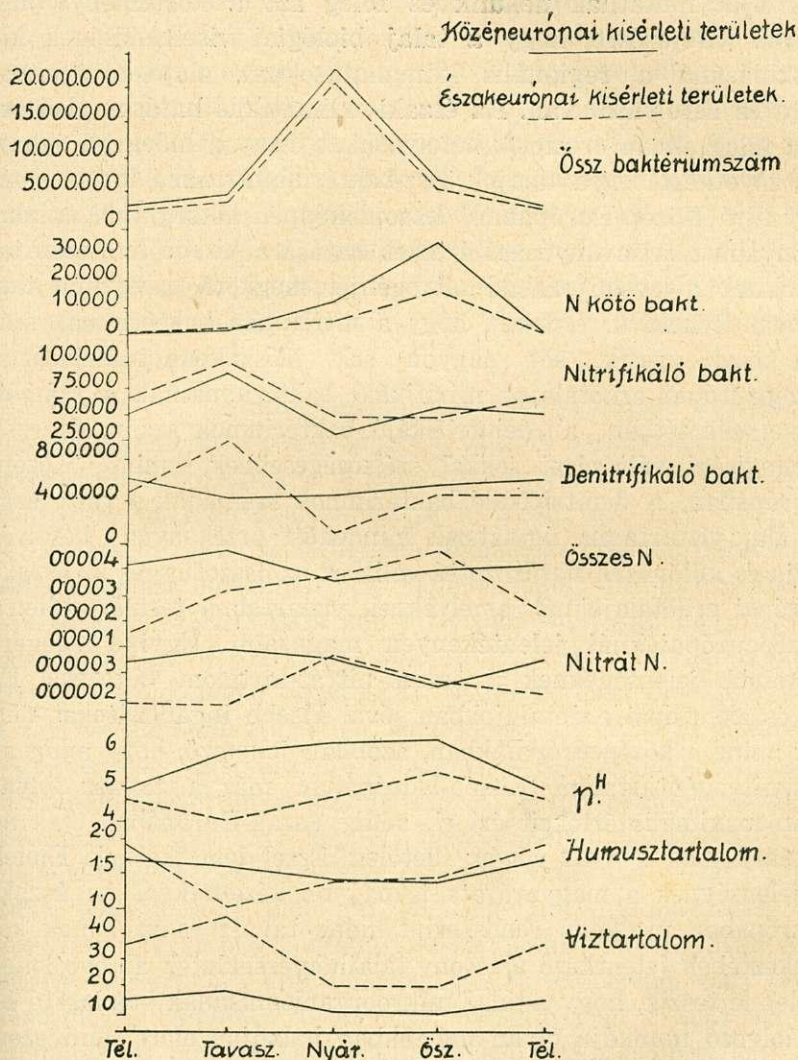
Egészen más képet és bizonyos fokig meglepő eredményt kapunk azonban akkor, ha az úgynevezett fiziológiai baktériumcsoportok viselkedését vetjük vizsgálat alá. Ezek alatt a fiziológiai baktériumcsoportok alatt azokat a baktériumfajtákat értjük, amelyek az erdő táplálkozása szempontjából kifejezetten és közvetlenebb jelentőséggel bírnak. Ezek a *nitrifikáló*, a *denitrifikáló* baktériumok, azután a levegő szabad *nitrogénjét* meg-

kötő mikroorganizmusok és végül a *cellulózebontó* baktériumok. A kép világosan mutatja, hogy ezek viszont nyáron érik el a minimumukat, ezek tehát valószínűleg a talaj víztartalmával szemben fokozottabb igényeket támasztanak.

Különben is sohasem szabad elfelejtenünk, hogy a nitrifikáció lefolyásánál nem mindig a nitrifikáló baktériumok száma játssza a döntő szerepet, hanem ezzel ellentétben nagyon sokszor a nitrifikáció lefolyásának intenzitása szintén érezhető befolyást gyakorol. Ugy látszik, hogy ezt az intenzitást a levegő, illetőleg a talaj hőmérséklete a maga részéről szintén érezhetően befolyásolni tudja s éppen a nitrifikáló organizmusok számán kívül még a talaj hőmérsékletét és a nitrifikáció intenzitását is tekintetbe kell venni ezen jelenség megítélésénél.

Még feltűnőbbé válik a kép akkor, ha elméleti és biológiai szempontból az úgynevezett spórátképző baktériumokat a nem spóráképző baktériumokkal hasonlítjuk össze. Egy futó pillantás meggyőzhet bennünket arról, hogy a baktériumszám nyári maximumát tulajdonképpen a spórátképző, nagyobb, pálcaszerű baktériumok idézik elő, amelyeknek a talajlélekzés nyári maximumának előidézésében ezek szerint döntőjelentőségű szerep jut. Ezek úgylátszik sokkal érzékenyebbek a talaj hőmérsékletével, mint víztartalmával szemben és így a nyári hónapokban éppen a talaj kedvező hőmérséklete által nyújtott optimumot használják ki megfelelően. Ezzel szemben a nem spóráképző baktériumok úgylátszik, minthogy közéjük a fiziológiai baktériumcsoportok egy jelentékeny része is tartozik, nyáron érik el minimális kifejlődésüket és főleg tavasszal, majd télen maximális kifejlődést mutatnak. Ezek a baktériumok kétségkívül a talaj víztartalmával szemben fokozottab igényekkel lépnek fel. Ezt az igényt és az előbb említetteket különösen jól megérthetjük, ha ugyanezen a képen a talaj víztartalmának a változásait is vizsgálat alá vesszük. Egyúttal azt is láthatjuk, hogy a *Coccusok*-nak és az *Actinomyces*eknek maximuma rendszerint szintén a nyári, illetőleg őszi hónapokra esik, úgyhogy ezek a talaj víztartalmával szemben szintén nem mondhatók túlzottan érzékenyeknek. Egyébként a kép adatai a humusztartalom változását is mutatják, láthatjuk az őszi minimumot, majd a téli és átmenetileg a nyári maximumot.

Természetesen ezek az adatok csak nagy vonásokban adnak felvilágosítást, azonban közelebbi részleteket kapunk akkor, ha most az északeurópai erdőterületeket elkülönítve a közép-európaiakkal hasonlítjuk össze. Természetesen a jelen esetben



8. ábra. Az északeurópai és közép-európai kísérleti területek adatainak összehasonlítása.

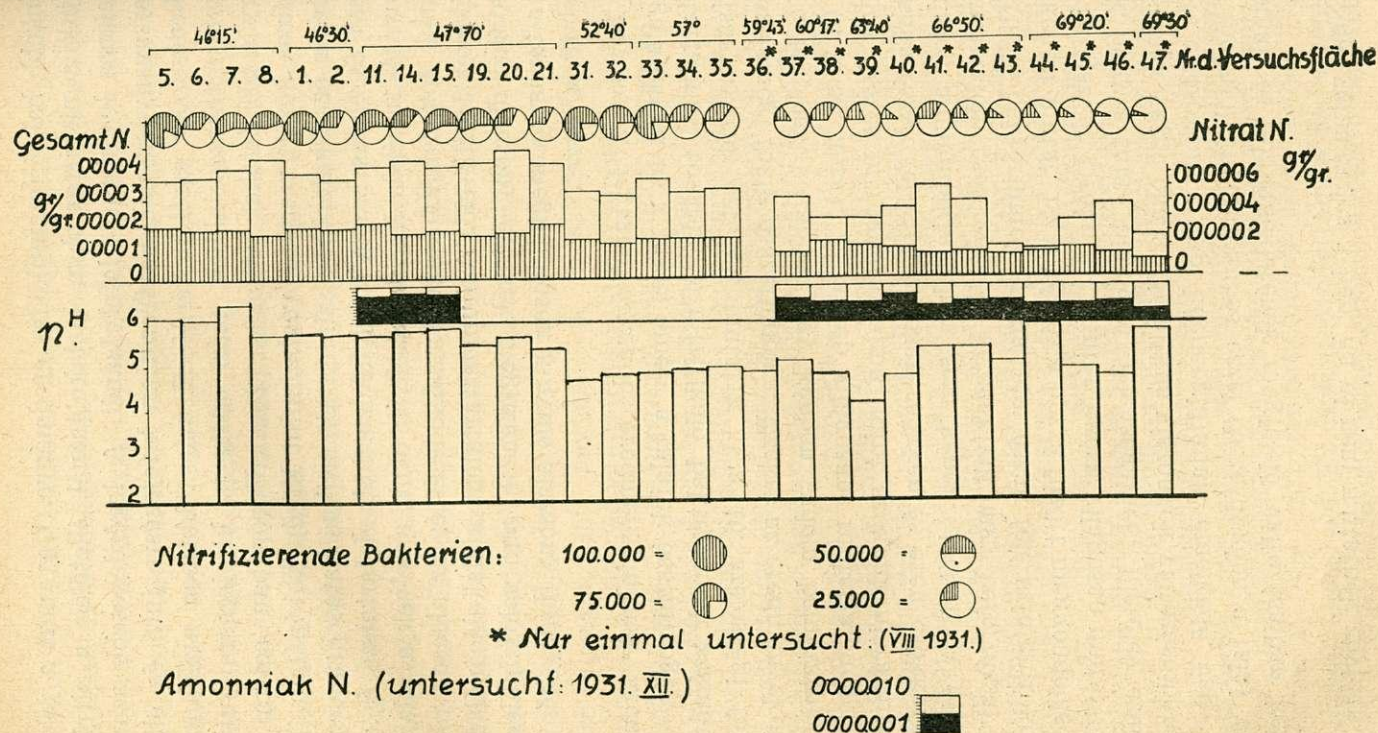
északeurópai kísérleti területek alatt egyelőre csak a hallandsvänderöi, tehát svédországi és az eberswaldei területek értendők.

Ezeknek a vizsgálatoknak az eredményét mutatja az Önöknek bemutatott kép (l. 8. sz. ábra). Dacára annak, hogy ezen eredményeknek egyelőre csak tájékoztató jellege van, mégis sok újat mutatnak nekünk és főleg azt a körülményt juttatják kifejezésre, hogy a talaj biológiai viselkedésének kialakulásánál a regionális klimahatásoknak alapvető tontosága és befolyása van. Az északi klimatikus hatások elsősorban főleg abban éreztetik befolyásukat, hogy a hidegebb éghajlat következtében a talajok össz-baktériumtartalma kisebbé válik, mint Közép-Európában, hasonlóképpen kétségkívül az alacsonyabb talajsavanyúsági értékek hatására kisebb lesz ezen talajoknak a levegő szabad nitrogénjét megkötő baktérium tartalma. Rendkívül érdekes, hogy a nitrifikáló baktériumok száma közel egyezik, sőt nagyon sok időszakban túlhaladja a középeurópai erdőtalajok nitrifikáló baktériumainak a számát. Ezzel ellentétben a denitrifikáló baktériumok száma és ezek mennyiségi változásai sokkal szélsőségesebbek, mint Közép-Európában. A denitrifikáló baktériumok számának a változását a talaj víztartalma ügylátszik mindenütt érzékenyen befolyásolja és különösen határozottá válik ez az összefüggés az északeurópai erdőtalajoknál, amelyeknek víztartalma természetesen a középeurópaiaknál jelentékenyen magasabb. Egyike a legérdekesebb jelenségeknek az összes nitrát-tartalom változása. Ez az északeurópai erdőtalajokban jóval kisebb ingadozásokat mutat, mint a középeurópaiakban, azonban jellemző, hogy amíg az össznitrogéntartalom Közép-Európában már a tavasz folyamán maximális értékeit éri el, addig Észak-Európában ezek az értékek csak a nyár végén, illetőleg ősszel jelentkeznek. Ennek a jelenségnek a magyarázata is nagyon kézenfekvő. Az Észak-Európában uralkodó rendszerint hideg tavasz és az ennek következtében jelentkező alacsony talajhőmérsékletek ab ovo lehetetlenné teszik, hogy a talaj mikroorganizmusának bomlasztó és feldolgozó munkája olyan mértékben haladjon előre, ami ezen időszakban a talaj nitrogéntartalmának jelentékeny megnagyobbodását idézné elő. Ez csak az őszi folyamán áll be, ami kétségkívül a nyári magasabb hőmérsékletek hatására bekövetkező

élénkebb baktériumműködés eredménye. Ugyanezt a jelenséget látjuk a nitráttartalom kialakulásánál, illetőleg a nitrifikáció általános kvantitatív lefolyásánál. A legérdekesebb azonban a talajsavanyúságnak határozottan kifejezésre jutó és elütő viselkedése. Az erről a kérdésről már több ízben nyilvánosságra hozott értekezéseinkben már eddig is kifejezésre juttattuk, hogy a pH értékek változása Észak-Európában sokkal kisebb határok között megyen végbe, mint Közép-Európában. Természetesen ez a különbség szintén klimatikus hatásokra vezethető vissza és elsősorban a talaj fokozottabb víztartalma és az alacsonyabb talajhőmérséklet azok az okok, amelyek a talajbaktériumok fokozottabb anaerob működését és az alacsonyabb pH-értékeket idézik elő. A humusztartalom kialakulásánál feltűnő a tavaszi alacsony értékek megjelenése, ami valószínűleg szintén a tavaszba meglehetősen kinyúló alacsony, hideg hőmérséklettel függ össze.

Egyike a legtanulságosabb eredményeinknek azonban a vizsgálatoknak az a része, amely a talajok össznitrogén- és nitráttartalmát, továbbá a nitrifikáló baktériumok számát és a talajsavanyúság értékeit mutatja ki a 46. szélességi foktól a 70. szélességi fokig összefüggően. Ezeket az eredményeket szintén a legplasztikusabban egy képben tudom bemutatni Önöknek (l. 9. sz. ábra). Ez a kép világosan mutatja, hogy úgy a talajok összes nitrogéntartalma, mint azoknak nitrátnitrogéntartalma észak felé fokozatosan csökken és ezen csökkenés alól a talajok ammoniáktartalma sem képez kivételt. A nitrátnitrogéntartalom csökkenésére kétségkívül nagy befolyással van a nitrifikáló baktériumok száma, ami észak felé szintén fokozatos csökkenést mutat. Ez a kép és a hozzá fűzött megfontolások, — mélyen tisztelt Uram — szintén egész világosan mutatják nekünk, hogy a talaj biológiai jelenségeinek, illetőleg ezek változásainak végső oka a klimatikus viszonyok változásaiban, ezek között elsősorban a nap hőenergiájának emelkedő, vagy csökkenő megnyilvánulásában és ezzel összefüggően a talaj víztartalmának és hőmérsékletének megfelelő változásaiban kell keresni.

Nem volna teljes a kép, ha rá nem mutatnék röviden arra,



9. ábra. A talajok össznitrogén- és nitrátnitrogéntartalma, összehasonlítva a pH-értékekkel és a nitrifikáló baktériumok számával.

hogy ezek a vizsgálatok még a talaj protozoa-tartalmának és moszat-tartalmának regionális kutatására is kiterjeszkedtek.

A talaj baktériumflórájával kapcsolatosan Bokor részben intézetünkben, részben pedig Rippel göttingai intézetében ilyen irányú vizsgálatokat, amelyek az erdőtalaj cellulózebontó szervezetei közül egynek, a *Mycococcus cytophagus*-nak a viselkedését derítette fel és ezen mikroorganizmus pontos leírásához és ismeretéhez vezettek. Ugyancsak röviden mutathatók itt rá arra is, hogy a kutatások eredményeit gyakorlati szempontból a Magyar Alföld homoki erdőterületeinek és szikes talajainak a vizsgálatára is kiterjesztettük. Ez utóbbi téren szintén Bokor végzett teljesen új és alapvető vizsgálatokat. Sajnos, ezeket a részletvizsgálatokat már az idő rövidsége miatt sem ismertethetem, úgyhogy ebben a tekintetben a szakirodalomban közreadott különböző publikációkra kell utalnom.

A protozoa-kutatást egyébként az intézet egyik régi munkatársa, Varga Lajos egyetemi magántanár végezte. Az ő kutatásai mindenekelőtt kimutatták azt, hogy a talaj protozoa-tartalmának változása szintén határozott összefüggéseket és törvényszerűségeket mutat, amik végeredményben szintén a klímák időszaki és regionális változásával vannak összefüggésben.

A protozoák magatartása azonban bizonyos fokig eltér a talajbaktériumokétól. Eltér pedig azért, mert ezek az élőlények a talaj víztartalmának esetleges és időszaki változásaival szemben sokkal érzékenyebbek és sokkal inkább reagálnak, mint a baktériumok. Épp ezen körülmény folytán a protozoák a maximumukat rendszerint ősszel érik el, míg minimális kifejlődésük az alacsony hőmérséklet hatására rendszerint a téli hónapokban szokott beállni. Természetesen, nyáron is jelentkezik egy kisebb átmeneti számbeli emelkedés, azonban ez, úgy látszik, a szárazság hatására rendszerint fejlődésében visszamarad és a legmagasabb fokot elérni nem tudja. Természetesen, erdőgazdasági szempontból most már az a kérdés vetődik fel, hogy vajon ezek a protozoák milyen mértékben bírnak több, vagy kevesebb kihatással az erdő talajában lefolyó biológiai és biokémiai folyamatokra. A 2. sz. ábra megmutatta nekünk mindenek-

előtt azt, hogy a talajlélekzés lefolyására döntő jelentőségű befolyást nem gyakorolnak. Ha befolyásolják is a talajlélekzést, úgy kétségtől a talajbaktériumok által előállott lélekzés, vagy lélekzési többlet hatásukat erősen letompítja. Valószínűnek kell azonban tartanunk, hogy a nyári maximumok a talajlélekzés lefolyását mégis legalább bizonyos fokig pozitív értelemben befolyásolhatják.

Rendkívül érdekesek dr. Varga vizsgálatainak azok a részei, amelyek azzal a kérdéssel foglalkoznak, hogy vajjon ezek a protozoák, amelyek aránylag elég nagy tömegben jelentkeznek a talajban, milyen mértékben befolyásolják az erdőtalajnak organikus anyagkészletét, illetőleg ezen faktornak a változásait. Nem szabad ugyanis figyelmen kívül hagynunk, hogy a protozoák elhalásakor testüknek egy jelentékeny része szabályszerű korhadás és bomlási folyamaton megyen keresztül és minthogy természetesen túlnyomórészt élő, plazmatikus anyagból vannak felépítve, így fehérjékből, tehát nitrogéntartalmú anyagokból, ugyancsak gyarapítják és gazdagíthatják a talajt. Minden tekintetben indokolt tehát dr. Vargának az a feltevése, hogy a télen beálló nitrát- és összes nitrogén-tartalom, legalább részben, a nyári protozoa maximum kapcsán előállott organikus anyag-többlet bomlásával és korhadásával is kapcsolatban lehet.

Különben ezek a vizsgálatok bizonyos mértékben még egy kérdést is tisztáztak. Az utóbbi időben rendkívül sok vita és eszmecsere hangzott el afelett, hogy vajjon a protozoák, amelyek legalább részben a talaj élő szervezeteinek és ezek között is főképpen a baktériumoknak az elfogyasztásával és megemésztésével tartják fenn magukat, nem okoznak-e a talaj baktérium-tartalmában oly végzetes változásokat, melyek ezt károsan befolyásolhatják. A protozoa szám és a baktérium szám görbéjének párhuzamos vizsgálata azt mutatja, hogy ezen a téren nem fejtenek ki olyan mélyreható tevékenységet, ami a baktérium szám változását érzékenyebben befolyásolhatná. Különben is az a körülmény, hogy épp akkor, amikor a talajbaktériumok a legnagyobb számban vannak képviselve, tehát a nyári hónapokban, a protozoák éppen a relatív nagyobb szárazság következtében csak kisebb számban jelennek meg, azt mutatja, hogy ezen a

téren túlzottabb káros működést kifejteni nem tudnak. Mindenesetre az erdőtalaj protozoa-faunájának tevékenysége és működése olyan tényező, amelyet a további vizsgálatok folyamán figyelmen kívül hagyni nem szabad és azoknak a szerepét további részletkutatásokkal még behatóbban kell megvilágítani.

Amint tudjuk, úgy a szabadföldi, mint az erdőtalajokban rendszerint nagymennyiségű úgynevezett moszat él. Ezek a moszatok, legalább a talajlakó moszatok, jelentékeny része egysejtű élő szervezetekből áll, azonban közöttük nagyon sok olyan is van, amelyek fonál, gömb, vagy más változatos alakú és formájú egyszerű telepekké egyesülnek. A talaj moszatflórájával kapcsolatban az utolsó pár évtizedben szintén nagyon sok eszmecsere hangzott el és az eddigi kutatások alapján most már körülbelül eldöntöttnek vehető, hogy ezek a levegő szabad nitrogénjének a megkötésére legalábbis oly mértékben, hogy ez a talaj nitrogéngazdálkodását érzékenyen befolyásolná, nem képesek. Ezek az erdő talajában autotrof életet folytatnak, tehát a testükben levő klorofill segítségével önálló asszimilációra képesek és ennek céljaira a talaj CO_2 tartalmát és azonkívül a talaj vízében oldott különböző szervesetlen sókat hasznosítják. Természetesen, asszimilációjuk közben ezek is jelentékeny mennyiségű oxigént termelnek, amely oxigén közvetve hozzájárul a talaj jól szellőzőtségének a fokozásához és így természetesen egyúttal a baktériumok kedvezőbb élettevékenységéhez is. Azt sem szabad figyelmen kívül hagynunk, hogy ezek a moszatok természetesen, elég nagy számban halnak el a talajban és így korhadó testük révén megint csak szerves anyagokat juttatnak a talaj anyagcsere forgalmába. Számuk azonban ezeknek is változó és különösen a talaj mindenkori víztartalmával szemben érzékenyek. Éppen emiatt őket a legnagyobb számban rendszerint az őszi folyamán találjuk, míg a nyári száraz hónapokban kisebb mértékben vannak képviselve. Egyáltalában nem szabad azonban azt hinnünk, hogy ezek a talaj életében túlzottan alárendelt jelentőséggel bírnak. Életműködésükkel és tevékenységükkel kapcsolatban még nagyon sok tisztázatlan kérdés van. Hiszen elég itt csak arra rámutatni, hogy magábanvéve az a probléma, hogy ezek a fény hatására ugyancsak rászorult élő

szervezetek 5—10 cm mélységben is megtalálhatók még, ahova a fénynek már csak minimális része juthat, ez oly kérdés, amely ökológiai szempontból is felderítésre és magyarázatra szorul.

A talajt lakó élő szervezetek közül különösen fontos szerep jut még a talajban lakó gombáknak is. Hiszen tudjuk, hogy például a fonalas gombák jelentékeny része a cellulóze korhadásánál fontos szerepet játszik és azonfelül az erdei fánk gyökereivel szimbiózisban élő mycorrhiza gombák pedig a fák táplálkozásában alapvető jelentőséggel bírnak. A mi vizsgálataink során csak a gombák kvantitatív változásával foglalkoztunk és amint szintén a 2. sz. ábra adatai Önöknek mutatják, legalább részben sikerült beigazolnunk, hogy ezek éppúgy, mint a baktériumok, mennyiségileg a talaj hőmérsékletének és víztartalmának változásával szorosan összefüggnek. A görbe lefolyása azonban azt is mutatja, hogy úgylátszik, a talaj víztartalmával szemben a baktériumoknál valamivel érzékenyebbek, úgyhogy kétségtől, ha a talajnedvesség nem éri el a megfelelő optimális mértékét, az ezeknek a munkásságára és számbeli változásaira erős hatást gyakorol.

Mindenesetre sajnálattal kell itt is megállapítanunk, hogy az idő, a személyzet és a technikai felkészültség korlátozó hatásai következtében az élő szervezetek ezen csoportjával nem foglalkozhattunk oly mértékben, amint ezt annak fontossága és jelentősége különben megkívánta volna. Ennek az oka elsősorban az volt, hogy az erdő talajában élő gombák viselkedésére vonatkozóan Melin-nek a klasszikus vizsgálatai az alapvető jelenségeket a maguk lényegében már felderítették és azonfelül ezen a téren még egyéb kiváló vizsgálatok egész serege áll a rendelkezésünkre, amelyek a gombáknak az erdő talajában elfoglalt fontos szerepével foglalkoznak. Az előbb említett tényezők korlátozottságán kívül főleg ezek voltak az okok, amelyek szükségessé tették azt, hogy akkor, amikor munkaprogrammunkat és célkitűzéseinket korlátozni kellett, munkásságunkat elsősorban arra a térre, tehát a talaj baktérium-, protozoa- és moszatflórájának a tanulmányozására irányítsuk, amelyekre vonatkozólag különösen az erdő talajánál még viszonylag kevés vizsgálat állott a rendelkezésünkre és ahol az alapvető jelensé-

gek egész sorozata várt és vár még ma is egészében, vagy részletekben a kiderítésre.

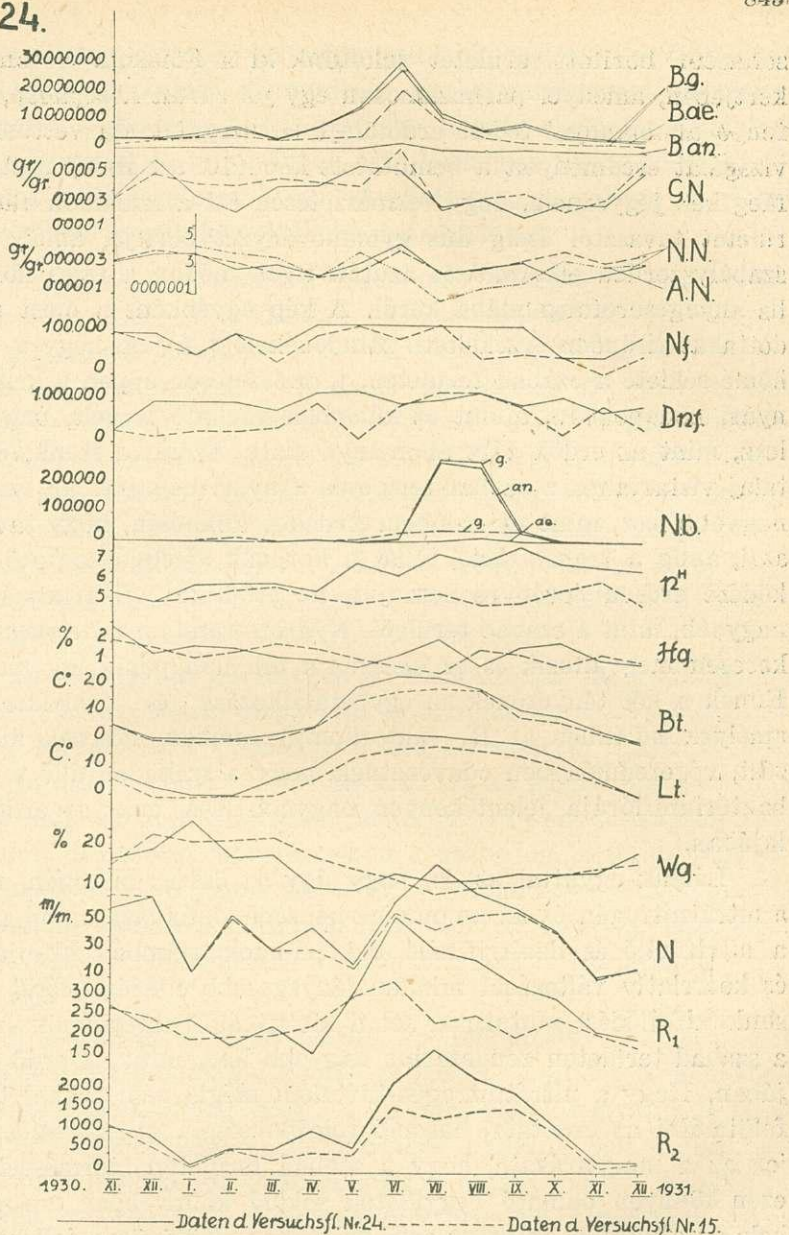
Amint az eddigiek világosan mutatják Önöknek, mélyen tisztelt Uram, ezek a kutatások elsősorban általános elméleti jelentőséggel bíró összefüggéseket tártak fel nekünk. Joggal kérdezhetné és várhatná most már minden szakember, hogy ha már sikerült feltárnunk ezeket az összefüggéseket és az őket szabályozó tényezőket, úgy ezeknek a gyakorlati erdőgazdaságban elfoglalt részletes szerepét és gyakorlati jelentőségét is ismerjük meg. Mi ezen a téren is végeztünk elég beható terjedelmű vizsgálatokat. Mégpedig már korábban, 1929-ben alapvető célkitűzésül választottuk annak a kérdésnek eldöntését, hogy a tarvágás, mint meglehetősen erőszakos beavatkozás az erdő életébe, vajjon hogyan és milyen mértékben befolyásolja az erdőtalaj biológiai jelenségeinek a kifejlődését. Önök bizonyára tudják, hogy ezen a téren hosszú évtizedeken keresztül szétlétben-hosszában az a felfogás volt elterjedve, hogy az erdőtalajnak hirtelen szabaddátétele a talaj kiszáradását vonja maga után, majd pedig a védőállományától megfosztott talajra szabadon hathatnak a nap sugarai, amelyeknek ultraibolya részét többé az erdő koronája megszünni és visszatartani nem tudja, úgyhogy ezek végeredményben a talajban lévő mikroorganizmusokat károsítják és élettevékenységüket gátolják. Már a korábbi vizsgálataink alkalmából az irodalomban részletesen foglalkoztunk ezzel a kérdéssel. Különösen hangsúlyoznom kell, hogy ezen beavatkozás káros mivoltát főképpen a Közép-Európában tömegesebben elterjedt, jó állapotban levő, mullszerű erdőtalajokra vonatkoztatták.

Már 1929-ben sikerült egy vágásterületre kimutatnunk, amelynek szintén jó állapotban levő, mullszerű talaja van, hogy a tarvágás és az állománynak az eltávolítása nem gyakorolnak káros hatást. Nem szabad ugyanis elfelejtenünk, hogy az erdőtalajnak a kiszáradása, vagy ezen kiszáradásnak a feltevése csak látszólagos, miután kiszáradásról legfeljebb a legfelsőbb rétegekben lehet szó. Idevonatkozólag egyébként *Schubert*-nek és más kutatóknak a vizsgálatai beigazolták azt, hogy a szabadon álló területek mélyebb talajrétegeiben mindig több vizet fogunk találni, mint az erdő talajában. Ennek az oka abban a körül-

ményben keresendő, hogy természetesen a középkorú és idősebb állományok hatalmas koronafelülete nagymennyiségű vizet párologtat el, ami természetesen mindig jóval nagyobb, mint a vágásterületek talaját befedő gyomnövényzet párologtatása. Vizsgálataink kimutatták, hogy már abban a mélységben, tehát 15—20 cm-re a talaj színe alatt, ahol a legélénkebb baktériumtevékenység szokott megnyilvánulni, rendszerint a kiszáradás foka a tarvágás után még olyan nagy sem lesz, mint abban az időben volt, amikor az illető területet állomány borította. Az ultraibolya sugarak állítólagos káros hatása pedig már csak azért sem érvényesülhet, mert hiszen alig 1—2 cm talajréteg elegendő ahhoz, hogy ezeket a sugarakat visszatartsa és káros hatásukat eliminálja.

De nem szabad azt sem elfelejtenünk, hogy tulajdonképpen a tarvágások területe, — normális viszonyokat véve alapul, — természetesen sohasem marad kopár, hanem ezt rendszerint hamarosan dús talajnövényzet lepi el, amely aztán az állományok védő hatását helyettesíteni tudja, korhadó anyagával a talaj szabályszerű anyagcsereforgalmát fenntartja és mindezenfelül, minthogy kevesebbet párologtat, mint a középkorú, vagy idős állomány, a talaj víztartalmát sem befolyásolja közvetlenül. Idevonatkozólag különben Scheitz-nek laboratóriumi vizsgálataival kapcsolatban is sikerült kimutatnia, hogy az ultraibolya sugarak alig 1—2 cm-re a talaj felszíne alatt hatástalanná válnak, sőt a napsugarak szabad behatásánál keletkező és előálló erős felmelegedése a talajnak még ezenfelül a mikroorganizmusok működésére serkentőleg hat és számukat emeli. Hasonlóképpen még beható vizsgálatra szorúl az erdőtalaj humuszában levő gombáknak és azután a mycorrhizának a viselkedése is, miután ezek az élőlények inkább a felületi humuszrétegben vannak kifejlődve, amely már a kiszáradás veszélyének van kitéve. Azonban a talajt borító gyomok, véleményünk szerint, ezeknek elég védelmet nyújthatnak, úgyhogy nagyobb mérvű biológiai károsodásra itt sem kell számítani. A kérdés mindenesetre még legalább exakt értelemben eldöntésre vár.

Hogy a most mondottakat egy extrém esetre is megvizsgáljuk, 1930 novemberében egy teljesen szabadon álló, erdővel



24. sz. kísérleti terület adatai. 15. sz. kísérleti terület adatai.
 10. ábra. Erdőtalaj (15. sz. kísérleti terület) és egy szabad terület
 (24. sz. kísérleti terület) adatainak összehasonlítása.

Jelmagyarázat a 10. sz. ábrához: Bg = összes baktériumszám, Bae = aerob bakt., Ban = anaerob bakt., GN = összes nitrogén, NN = nitrát-nitrogén, AN = ammoniaknitr., Nf = nitrifikáló bakt., Dnf = denitrifikáló bakt., Nb = a levegő szabad N-jét megkötő bakt., pH = talaj-savanyúság, Hg = humusztartalom, Bt = talajhőmérséklet, Lt = levegő-hőmérséklet, Wg = talaj víztartalma, N = csapadék.

sohasem borított területet jelöltünk ki a Főiskola botanikus kertjében, amellyel párhuzamosan egy jól zárult középkorú, lúcfenyő állománnyal fedett erdőtalajt is vizsgálat alá vettünk. A vizsgálat eredményeit a bemutatott kép (10. sz. ábra) mutatja. Meg kell jegyezni, hogy természetesen ezt a szabadon álló területet tavasztól ősziig dús gyomnövényzet borítja, amely ott szabályszerűen elkorhad és azután ilyen módon a talaj normális anyagcsereforgalmába kerül. A kép egyébként a most mondottakat kitűnően érzékelteti. Mindenekelőtt látjuk, hogy a talaj hőmérséklete a szabad területen, természetesen éppen a kritikus nyári hónapokban, amint ez különben várható is volt, nagyobb lesz, mint az erdők zárt állománya alatt. Azonban ezenkívül a talaj víztartalma a szabad területen a nyári hónapokban szintén nagyobb lesz, mint az erdőben. Érdekes különben, hogy tavasszal, amíg a transpiráció, tehát a koronák vízpárologtató működése erősen érvényre nem jut, az erdőtalaj víztartalma lesz nagyobb, mint a szabad területé. Nyáron azonban a helyzet gyökeresen megváltozik és ez egészen a téli hónapokig így marad. Ennek a két tényezőnek az egybetalálkozása és összejátszása, amelyek különben az R_1 faktorkomplexumban nyernek kifejezést, végeredményben odavezetnek, hogy a szabadon álló terület baktériumflórája jelentékenyen nagyobb lesz, mint az erdő talajában.

Látjuk egyúttal azt is, hogy úgy az összes nitrogén, mind a nitrátnitrogén és az ammoniak-képződés lefolyása, mind pedig a nitrifikáló és denitrifikáló baktériumok számbeli kifejlődése és korrelatív változásai minden lényegesebb eltérés nélkül hasonló kifejlődést mutatnak, sőt a nitrifikáló baktériumok száma a szabad területen rendszerint nagyobb lesz, mint az erdő talajában. Hogy a nitrátnitrogén-tartalom mégis nem sokkal tudja felülmúlni az erdőtalaj hasonló tulajdonságát, annak valószínűleg az a magyarázata, hogy a szabad területen természetesen ezen könnyen oldható vegyületek sokkal könnyebben mosatnak bele az altalajba, mint az erdő talajában. Különösen jellemző a levegő szabad nitrogénjét megkötő baktériumok viselkedése, amelyek valószínűleg a kedvezőbb talajsavanyúsági, majd pedig a kedvezőbb szellőzöttségi viszonyok következtében a szabad területen mindig jelentékeny mértékben nagyobbak, mint az er-

dőben. Hasonlóképpen kitünően mutatják ezek a vizsgálatok azt is, hogy az erdőtalaj savanyúsági értékei rendszerint alatta maradnak a szabadon álló talajok hasonló sajátságainak. Különben a maximumok és minimumok kifejlődésében beálló időszakai eltérések, természetesen a két kísérleti terület változó és eltérő fekvésében nyerik közelebbi magyarázatukat.

Mindezek a vizsgálatok tehát megmutatták és beigazolták, hogy a tarvágás, mint időszaki beavatkozás még jó, mulállapotban levő erdők talajánál sem okoz érzékenyebb károsodást, sőt talán bizonyos mértékben a talaj javulását és az abban lefolyó biológiai folyamatok kedvezőbb lefolyását idézi elő. Itt hivatkoznom kell Hesselman klasszikus vizsgálataira, aki viszont különösen a humuszban gazdag északskandináviai talajokra igazolta be az utóbbi években, hogy ezeknél a tarvágás határozottan hasznos beavatkozást jelent, amely egyedül képes arra, hogy ezen savanyúhumusz-képződésre hajlamos területek kedvezőtlen anyagcsereforgalmát jó irányban befolyásolja.

Természetesen félreértene a szándékainkat és eredményeinket az, aki azt hinné, hogy ezek a vizsgálatok a tarvágás problémáját véglegesen megoldották és a természetes felújítást most már bármikor mellőzni lehet és kell. Ha az előbb elmondottakon kívül még tekintetbe vesszük azt is, hogy éppen a bevezetésben mondott jelenségek következtében a szabadon, a teljes fény élvezetében felnövő fiatal csemeték a levegő szénadtartalmát is kedvezőbb hatásfokkal tudják hasznosítani, mint az árnyékban levők, úgy ez a körülmény szintén a tarvágás alkalmazása mellett szól.

A probléma azonban sokkal komplikáltabb, semhogy azt ezekkel a vizsgálatokkal végleg el lehetne dönteni. Nem szabad ugyanis elfelejtenünk, hogy a mesterséges beavatkozásoknál mindig többé-kevésbé az erdő életébe nyúlunk bele és ha ezt nem kellő gonddal és körültekintéssel hajtjuk végre, abban az esetben az erdő élete és anyagcsereforgalma fog alatta szenvedni. Különösen megnehezíti a kérdés megítélését Közép-Európában az a körülmény, hogy itt nyáron a fiatal csemeték erős transpirációnak vannak kitéve és minthogy gyökereik még ebben a korban felületesen ágaznak el és a mélyebb, vízben gaz-

dagabb szintekbe még behatolni nem tudnak, így természetesen könnyen kiszáradhatnak. Azt sem szabad elfelejteni, hogy extrém, szélsőséges esetekben természetesen a talaj belsejében lefolyó biológiai változások káros befolyásolása sincs kizárva. Ilyen extrém esetek alatt pl. a Magyar Alföld pusztai jellegű erdőtalajainak a viselkedését kell értenünk, hasonlóképpen a kiszáradásra hajló meredek lemosásoknak kitett hegyoldalak talajának a viselkedését, ahol a tarvágás esetleg végzetes következményekkel járna. Nem szabad azt sem elfelejteni továbbá, hogy a gyökérkonkurencia és a túlságos gyomnövényzet kifejlődése szintén még a megoldandó problémák közé tartozik, úgyhogy véleményünk szerint a *tarvágás és a természetes felújítás eldöntésénél általánosítani semmi körülmények között sem szabad, hanem itt az egyedüli járható út abban áll, hogy a klíma és a talaj változásainak megfelelően megvizsgáljuk a tenyésztendő fafajok viselkedését, párhuzamos kísérleteket végzünk ezen jelenség pontos felderítésére és azután akkor, ha ezek kedvező eredménnyel jártak, számolunk még az erdőgazdaság gyakorlati, racionális követelményeivel is és ezek alapján hozzuk meg tárgyilagos mérlegeléssel a végleges döntést.*

A mi vizsgálatainknak eredményét főleg abban szeretném kifejezni, hogy azt tényleg sikerült legalább bizonyos mértékben eldöntenünk, hogy normális talaj- és klímaviszonyok mellett a tarvágás, mint mesterséges beavatkozás nem jár az erdő talajára nézve azokkal a végzetesen káros következményekkel, amelyeket eddig róla feltételeztek. Ezt egyébként Wittich-nek a vizsgálatai is mindenben megerősítették.

Most, amikor Önöknek, mélyen tisztelt Uraim, nagy vonásaiban az elmúlt majdnem egy évtizedre kiterjedő vizsgálataink eredményeit áttekinthető formában és alakban tudomására adtam és közöltem, kifejezetten hangsúlyoznom kell, hogy mi, a magunk részéről teljesen tisztában vagyunk azzal, hogy ha sikerült is talán alapvető jelenségeket a maguk összefüggésében felderíteni, mégis még ugyancsak messze állunk attól, hogy az itt lefolyó rendkívül komplikált, komplex természetű biológiai folyamatokról magunknak világos és maradék nélkül tisztázott képet alkossunk. Éppen ezért nemcsak mi fogjuk kutatásainkat

továbbra is az eddigi odaadással tovább folytatni, hanem még különös örömünkre szolgálna, ha ezek a most közölt eredmények és kutatási módszerek másokat is arra ösztönöznének, hogy ezen szép problémák felderítésénél egymást támogatva és vállvetve együtt dolgozzunk.

Végül nem mulaszthatom el azt sem, hogy itt, a messze idegenben köszönetet ne mondjak úgy munkatársaimnak, mint az intézet egész személyzetének, akik ezekben a nehéz, sokszor reménytelenül súlyos időkben, hosszú évek alatt tudásuknak, szorgalmuknak és buzgalmuknak a legjavát adták oda, hogy ezek a kutatásaink sikerüljenek. Ezenfelül hálás köszönetet kell még mondanom a m. kir. földművelésügyi és pénzügyminisztériumoknak, akik az intézetnek bőkezű felszerelésével az ezen tömegvizsgálatok lefolytatásához szükséges anyagi feltételeket megadták és ezzel a vizsgálatok lefolytatását egyáltalában lehetőséggé tették.
