

# A TALAJMIKROBIOLÓGIAI KUTATÁSOK HELYE ÉS SZEREPE A TALAJ TERMÉKENYSÉGÉNEK FENNTARTÁSÁBAN ÉS FOKOZÁSÁBAN\*

PÁNTOS GYÖRGY

a biológiai tudományok doktora

Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron

Szinte az emberiség öntudatos életének kezdetétől fogva megtalálható az embernek az a törekvése, hogy az élő természet felett uralkodjék. Az ehhez szükséges elméleti alapot a biológiai tudomány szolgáltatja. Ez, mint ismeretes, a kémia és fizika jelenségeinél többet tartalmazó magasabb rendű mozgásforma, amely az élet törvényszerűségeinek felderítésével foglalkozik.

Az élővilág tanulmányozása különböző szinteken történhet. Ilyen vonatkozásban megkülönböztethető molekuláris, sejttes, szervezeti, faji és biocönotikus szint.

Az első két szint az élet alapjainak tanulmányozásával kapcsolatos. Így a vizsgálat tárgyát a sejt belső struktúrájának biokémiai és biofizikai sajátosságai, valamint a genetikai információ mibenlétének megismerése képezi.

Az élő világ szervezeti szinten történő tanulmányozása a fiziológiai tulajdonságok, ökológiai igények és az egyedi fejlődés vizsgálatát foglalja magában.

A faji szinten történő tanulmányozás az egyes egyedek történeti fejlődését, hasonlóságát, rokonságát vizsgálja, ezeket rendszerezi és tisztázza elterjedésüket, areájukat.

Az előzőktől alapvetően eltér az élővilág biocönotikus szinten történő tanulmányozása, amely a szervezetek társulását — asszociációját —, valamint ezek létrejöttének törvényszerűségeit vizsgálja.

Egy adott biocönózisban élő mikroszkópos és makroszkópos méretű növények és állatok azonban nemcsak egymással vannak kölcsönhatásban, hanem élettevékenységüket befolyásolja maga az élőhely, a biotóp vagy más néven termőhely is. Természetesen az élő szervezetek és ezek elhalt maradványai is a termőhelyi tényezők közül elsősorban a talajra gyakorolt hatásuk révén ugyancsak változásokat idézhetnek elő a termőhely sajátágaiban. Ezeknek a kölcsönhatásoknak összességéből tevődik össze a biogeocönózis. Ha erre az ember is hatással van, a fogalom megnevezésére az antro-po-biogeocönózis elnevezést használják.

A tápanyag- és energia körforgalom vizsgálata teljességgel csak az adott

\* Elhangzott: a Talajtani Társaság vándorgyűlésén Budapesten, 1970. június 15-én.



biogeocönózist kialakító és befolyásoló minden tényező egyidejű vizsgálata alapján lehetséges. E tényezők egymásra gyakorolt hatásának folyamatai ma még elsősorban megfelelő módszer hiányában csak kevésbé, nagyobb részt csupán részleteiben tanulmányozottak. Az ilyen vizsgálatok pedig elsősorban erdei állományok termőhelyein fontosak volnának. Az ilyen irányú kutatások a legutóbbi években el is kezdődtek hazánkban és ezek eredményei igen figyelemre méltók.

A talajmikrobiológiai kutatások a biogeocönózis egy meghatározott területére korlátozódnak ugyan, mégis a végső következtetések megalkotásánál az eredményeket ebbe a nagy egységbe kell belehelyezni.

A talajmikrobiológiai kutatásoknak még inkább meg kellett és még meg kell járni azt az utat, amely a jelenségek, a tények leírása, valamint az adatok gyűjtése után elvezetett és el fog vezetni a törvényszerűségek feltárásáig, mint a biológia többi területének.

Ennek számos objektív oka van. Ismeretes, hogy a talajban élő mikroorganizmusok élettevékenységének tanulmányozása számos nehézséggel jár. Adódik ez abból, hogy a talajban az élőlények olyan bonyolult asszociációkban élnek, amelyekben a legalacsonyabb rendű szervezetek mellett megtalálhatók a legmagasabb rendűek is. Élettevékenységük folyamán olyan kölcsönös kapcsolatok, táplálékláncok alakulnak ki, amelyeket laboratóriumi viszonyok között reprodukálni lehetetlen. Ha ehhez hozzávesszük még az igen változó ökológiai feltételeket jelentő élőhely, a talaj hatását is, érthetővé válik, hogy a talajban végbe menő folyamatokról ma még nagyobb részt miért csak részleteiben vannak ismereteink.

A talaj életközösségének nagy része egész életét a talajban éli le, miközben tevékenységükkel olyan mélyreható változást idéznek elő, amely nélkül az elmállott talajképző kőzet termékenységének természetes úton való kialakulása lehetetlen volna. Másrésztől viszont a talaj abiotikus tényezői jelentősen befolyásolják az életközösség faji összetételét, egyedszámát és egész élettevékenységét.

A pórusok méreteitől és összmenyiségétől függ a talajok vízvezető- és vízraktározó képessége, valamint levegőgazdálkodása. Ezek révén a pórusok jelentősen befolyásolják a talaj életközösségének tevékenységét.

A talajok pórusviszonyai közvetlenül is hatnak a bennük élő mikroorganizmusokra. Ugyanis a különböző méretű pórusok egymáshoz viszonyított aránya bizonyos mértékig összefügg a különböző méretű fajok egymáshoz viszonyított számával, másrésztől viszont ismeretes az is, hogy a talajban élő mikroorganizmusok közül a gombák és a protozoonok is meghatározott keretek között képesek alkalmazkodni a talajok pórusainak méretéhez.

A talaj nedvességtartalma nemcsak a mikroorganizmusok összmenyiségét, élettevékenységük aktivitását befolyásolja, hanem jelentős hatással van az egyes csoportok — baktériumok, sugárgombák, algák, protozoonok — egy-



máshoz viszonyított arányára is. Így a talaj nedvességtartalmának nagyfokú és huzamosabb ideig tartó csökkenése a baktériumok és gombák mennyiségének kisebbedéséhez, míg a sugárgombák számának viszonylagos emelkedéséhez vezet.

A talaj cseppfolyós fázisát a talajoldat képezi. Ebben különböző szerves és szervetlen vegyületek vannak oldott állapotban. Ezeknek a vegyületeknek a talajoldatban való mennyisége a klimatikus tényezőktől, a talaj dinamikájától és a vegyületek oldhatóságától függően jelentősen változik.

A talajoldat a talajlevegőből — amelynek összetétele, éppen a mikroorganizmusok élettevékenysége következtében bizonyos mértékig eltér az atmoszféra levegőjétől — különböző gázokat nyel el.

A talajoldat kolloid anyagokat is tartalmaz. Ezeknek nagyobb része szerves anyagokból, elsősorban humuszsavakból áll. Ezenkívül jelentős tételt képvisel a ferri- és alumíniumhidroxid is. A talajoldat a különböző szervezetek által szintetizált és kiválasztott, valamint a sejten kívül enzimatis úton képződött szerves vegyületeket, savakat, alkoholokat, aminosavakat, vitaminokat, antibiotikus anyagokat is tartalmaz.

A talajoldat összetételénél fogva tápközegként szolgál a mikroorganizmusok számára. Minél gazdagabb a talajoldat tápelemekben, annál intenzívebb a talajban a mikroorganizmusok tevékenysége.

A talajban élő mikroorganizmusok tevékenységét — különösen szélsőséges esetekben — a talajoldat kémhatása is befolyásolja. A talaj kémhatása lényegében a talajoldat kémhatása. A talajban élő mikroorganizmusok többségének igen nagyfokú a pH tűrésük. Csupán egyes fajok — pl. a szabadon élő  $N_2$ -kötő baktériumok, nitrifikálók — érzékenyek az erősen savanyú kémhatással szemben.

A talajoldat redoxpotenciálja határozza meg a kémiai és biokémiai folyamatok irányát és jellegét, valamint a közeg biológiailag fontos komponenseinek és a mikroorganizmusok anyageseretermékeinek oldhatóságát.

Általában a talajok legfelső rétegei jól átszellőződnek. Ezekre az oxidációs folyamatok energikus volta, az aerob mikroorganizmusok intenzív élettevékenysége jellemző. A mélyebb rétegekben viszont előtérbe lépnek a redukációs folyamatok. Az oxigénhiány az anaerob baktériumok számára teremt kedvező feltételeket. A közöltek azonban csak egészen nagy általánosságban érvényesek. Legtöbbször a talajok legfelső rétegeiben is egyidejűleg végbe mennek mind az oxidációs, mind a redukációs folyamatok. Előbbiek a morzsák közötti pórusokra, utóbbiak a morzsák belsejében levő kapilláris üregecskékre jellemzők. Másrészt a talaj alsó rétegeiben is nemcsak a redukációs, hanem részben az oxidációs folyamatok feltételei is — legalábbis időszakosan — megtalálhatók. Ismeretes az is, hogy az oxidációs-redukációs viszonyok váltakozását maguk az egy asszociációban élő aerob és anaerob mikroorganizmusok is előidézhetik. Az aerob szervezetek elhasználva a közeg oxigénjét, anaerob felté-



teleket teremtenek. Egy zárt rendszerben ennek a fordítottja is bekövetkezhet. Végül az oxidációs és redukációs folyamatok kialakulását jelentősen befolyásolja a talaj nedvességállapota, a hőmérséklet és más környezeti tényező.

A talajoldat legtöbbször gyenge savakat és ezek sóit tartalmazza. Ennek következtében többé-kevésbé puffer hatású. A talaj pufferoló képességének kialakulását természetesen a talaj szilárd részei is befolyásolják. A talaj pufferoló képességének kialakulásától függ, hogy benne a különböző kémiai aktív vegyületek — savak, toxikus anyagok, antibiotikumok stb. — milyen mértékben neutralizálódnak, ill. inaktiválódnak.

A talajoldat kémiai összetétele, valamint koncentrációja a különböző talajtípusokban más és más. Az erdőtalajok kilúgzási szintjében a talajoldatban oldott anyagok mennyisége csupán néhány század % és ez főleg szerves anyagokból tevődik össze. A szoloncsák talajokban viszont ez az érték 2–3%-ot is elérhet és ez elsősorban szervesetlen sókat tartalmaz. Szárazságban, különösen a szikes talajok esetében a talajoldat annyira betöményedik, hogy ilyen feltételek mellett már csak az igen nagy sótűrőképességgel rendelkező mikroorganizmusok — főleg sugárgombák — képesek megélni.

A talajban a gáznemű fázis három formában van jelen: szabad állapotban a primer ásványi részek és aggregátumok közötti pórusokban; a talajoldatban oldott állapotban; a talaj szilárd fázisán adszorbeálódva.

Biológiai szempontból legjelentősebb a pórusokban levő levegő. A talajban élő szervezetek anyagcsere-termékeiként különböző gázok —  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$  — képződnek. Ennek következtében a talajlevegő összetétele, a gázok egymáshoz viszonyított térfogat-%-a lényegesen változatosabb, mint az atmoszféra levegőjében. A talajlevegő  $\text{CO}_2$  tartalmának változását felhasználják a talajban végbe menő biokémiai folyamatok intenzitásának jellemzésére is. A talajlevegő  $\text{CO}_2$  tartalmának kétharmad része mikrobiális eredetű.

A talajban élő mikroorganizmusok többségének az optimális hőmérséklete 28–35 °C között van. A talajok hőmérséklete szélsőséges esetektől eltekintve legtöbbször még a nyári hónapokban is ez alatt van. Ebből arra lehetne következtetni, hogy a mikroorganizmusok a talajban csökkentett élettévékenységet folytatnak. Azonban a talajban a mikroorganizmusok asszociációkban élnek, amelyben belül az egyes fajok hőmérséklet-optimuma kisebb-nagyobb eltérést mutat, másrészt a mikroorganizmusok többségénél az élettévékenységük optimális hőmérséklete elég tág intervallumban mozog.

Az ökológiai tényezők közül néhányat kiemelve azért tartottam szükségesnek ismertetni, hogy felhívjam a figyelmet a talajmikrobiológiai kutatásoknál az abiotikus tényezők vizsgálatának fontosságára. Ezért a talajmikrobiológiai kutatásokkal egyidejűleg szükséges volna a talajoldat analízisét, és az illető talajszelvényben a mintavétel helyén a helyszíni redox-méréseket is elvégezni. Többek között a podzolosodás mikrobiológiai vonatkozásainak tisztázásához is ezek a vizsgálatok nagymértékben hozzájárultak.



A talajban élő mikroorganizmusok élettevékenységét befolyásoló abiotikus tényezők hatásmechanizmusa ismerete nélkül az új talajművelési eljárások bevezetésének megalapozottsága, alkalmazási lehetőségének meghatározása kétes volna.

A talajban végbemenő biológiai folyamatokat a mikroorganizmusok egymás közötti, valamint a magasabb rendű szervezetekkel kialakult kapcsolata is befolyásolja. A talajban a mikroorganizmusok — mint ahogy erre már utaltam — olyan asszociációkban élnek, amelyek egymással bonyolult és igen változatos kölcsönhatásban vannak. Ezért nem lehet közvetlen következtetéseket levonni a talajban végbemenő biotikus folyamatokra vonatkozóan a laboratóriumban tiszta tenyészetekkel végzett kísérletek alapján. A mineralizáció és szintetizáció folyamatainak tanulmányozásánál, valamint az egyes elemek biológiai körforgalmának vizsgálatánál ez feltétlenül figyelembe veendő.

A magasabb rendű növények és a talajban élő mikroorganizmusok egymásra gyakorolt hatása ugyancsak igen változatos formákban nyilvánulhat meg.

A magasabb rendű növények a talajból évről évre jelentős mennyiségű vizet és különböző tápelemeket vonnak el, másrésztől azonban anyagcseréjük folyamán gyökérrendszerükön keresztül különböző összetételű — szerves és szervetlen vegyületeket tartalmazó — és kémhatású váladékot bocsátanak ki. Főleg a gyökérváladékok szénhidrát-tartalma és a vegetációs idő folyamán elhaló gyökérsejtek tápanyagforrássul szolgálnak a talajban élő mikroorganizmusoknak.

Vizsgálataink azt is igazolták, hogy elsősorban a gyökérváladékok hatására a növények gyökérszónájában — rhizoszférájában — élő mikroorganizmusok össz mennyisége sokkal nagyobb, mint az attól távol eső talajban. Általános elismert tény az is, hogy a rhizoszférát benépesítő mikroorganizmusok fajban sokkal szegényebbek, egyedszámban viszont sokkal gazdagabbak, mint a talaj mikroflórája.

Beigazolódott, hogy a magasabb rendű növények és a mikroorganizmusok között olyan interreakciók alakulnak ki, amelyek eredményeként egyes mikro-szervezetek energiaforrást kapnak, míg mások — főleg a gyenge szintetizáló-képességűek — különböző stimuláló anyagokhoz jutnak.

Természetesen a gyökérszónában élő mikroorganizmusok egymásra is hatással vannak. A mikroorganizmusok közötti interreakció típusai közül igen fontos egyes mikroszervezetek stimuláló hatása, amely főleg a vitaminok, auxin típusú vegyületek révén nyilvánul meg. Az irodalmi adatok szerint a biotikus anyagok mennyisége a rhizoszférában nagyobb, mint az attól távolabbi talajban.

A gyökérszóna mikroflórájának kialakulásában jelentős szerepe van az egyes szervezetek közötti antagonizmusnak is.



A növények táplálkozásáról alkotott elméletek a földművelés fejlődése folyamán egymástól igen eltérőek voltak. A növények táplálkozásának autotrof volta Liebig által még a múlt században bizonyítást nyert. Mégis a növények tápanyagellátottságának vizsgálatánál feltétlenül figyelembe kell venni a talajban élő mikroorganizmusok élettevékenységét, metabolisztikus termékeik milyenségét és mennyiségét.

A talajlakó mikroorganizmusok közül közvetlenül a növények táplálkozására kétségtelenül legnagyobb hatással a gyökerek felületén, ill. ezek belsejében élő mikroszervezetek vannak. Ezzel kapcsolatban elég, ha utalunk a Rhizobiumok  $N_2$ -kötésére, amelyek a velük szimbiózisban élő pillangósvirágú növények N-szükségletét 60–80%-ban is képesek fedezni, vagy a mykorrhizagombáknak egyes fásnövények táplálkozásában végzett szerepére.

A hazai kutatások eredményeként tisztázódtak a Rhizobium-oltóanyag felhasználásának optimális körülményei, valamint növényfajonként az országos szükséglet. A vizsgálati adatok azt is igazolták, hogy a Rhizobium-genushoz mindössze egy faj, a Rhizobium leguminosarum tartozik, amelyen belül három csoport különíthető el.

Néhány évvel ezelőtt az alföldi csemetekertjeinkben az erdei- és fekete-fenyő pusztulásból évről évre több millió forintos kár származott. Ez a mykorrhiza-gombák hiányának volt a következménye. Megfelelő talajoltással a csemetepusztulást szinte egyik évről a másikra meg lehetett szüntetni. Az alapjellegű kutatások révén pedig több élettani kérdés tisztázódott és ezek az eredmények jelentősen hozzájárultak a laboratóriumi oltóanyag előállítás biztonságosabbá tételéhez.

A növények táplálkozásában azonban nemcsak a velük szimbiózisban élő szervezeteknek van pozitív szerepe hanem a gyökér közvetlen felületén, az ún. rhizoplánban élőknek is. Vizsgálataink azt igazolták, hogy a búza gyökérfelületi zónájában élő baktériumok igen intenzív ammonifikáló képességgel rendelkeznek és így felvehető N-forráshoz juttatják a növényeket.

A rhizoszférában élő mikroorganizmusoknak a növények foszfortáplálkozásában végzett szerepe kevésbé kutatott. Eddigi vizsgálatainkból is azonban már következtetni lehet arra, hogy a gyökérszónában élő mikroorganizmusok az egyáltalán nem vagy csak kis mértékben felvehető szerves és szervetlen foszforvegyületeket a növények számára hozzáférhetővé alakítják át.

Az irodalmi adatok alapján megállapítható, hogy közvetlenül a gyökérfelülettel érintkező talajréteg tápanyag-tartalma hozzávetőleg háromszor nagyobb, mint az élő gyökeret nem tartalmazó talajban.

A talajban élő mikroorganizmusoknak egy jelentős része — az ún. auxoautotrófok — életműködésük folyamán a magasabb rendű növények növekedését kedvezően befolyásoló biotikus anyagokat termel. Ezek a szervezetek a számkra nélkülözhetetlen biotikus anyagokat maguk állítják elő.

Az egyes biotikus anyagok mennyisége a rhizoszférában lényegesen



nagyobb, mint az attól távolabbi talajban. Ebből arra lehet következtetni, hogy a növények gyökérszónájában élő mikroflóra képviselői nagyobb részben az auxoautotróf szervezetekhez tartoznak. KRASZILNYIKOV vizsgálatai szerint a gyökérszónával közvetlenül érintkező 100 g talaj 10–15  $\mu\text{g}$  tiamint tartalmazott, míg ugyanilyen mennyiségű gyökértől távoli talaj mindössze 1,5–4,0  $\mu\text{g}$ -ot.

A magasabb rendű zöld növények az auxoautotróf szervezetekhez tartoznak. Egyes esetekben azonban nem megfelelő életkörülmények között a növények saját vitaminszükségletüket nem képesek fedezni. Így az avitaminózis különböző fiziológiai zavarokat von maga után.

Az egyes növények talajból történő vitamin-hasznosítására vonatkozólag sok kísérleti adat áll rendelkezésre, amelyeket különböző biotikus anyagokkal, steril és nem steril laboratóriumi, valamint szabadföldi körülmények között folytattak le. E vizsgálatok azt bizonyítják, hogy a növények különbözőképpen reagálnak a szubsztrátumba adagolt vitaminokra. Vannak olyanok, amelyeknél ezek a vegyületek a növekedés hirtelen gyorsulását idézik elő, míg másoknál ez csak gyengén vagy egyáltalán nem jelentkezik. Ebből arra lehet következtetni, hogy az első esetben a növények bizonyos vitaminokat csupán minimumban képeznek.

A különböző növények gyökerei eltérő biotikus anyagokat igényelnek. Így a len gyökere  $B_1$ , a borsó, lucerna, here, gyapot gyökere  $B_1$  és  $B_6$ , a paradicsom, napraforgó gyökere pedig  $B_1$ ,  $B_6$ , valamint pantoténsav jelenlétében mutatott ki jó növekedést. Hasonlóan a mikroorganizmusokhoz, a magasabb rendű növények között is vannak olyanok, amelyek az alkotó komponensek felvétele után egyes összetett vegyületekből álló vitaminoknak a szintézisére képesek. Pl. egyes borsó- és paradicsomfajták, amennyiben a tiazol a szubsztrátumban rendelkezésükre áll, a pirimidint maguk is előállítják és a két komponenst tiaminná egyesítik. A vitaminok kedvező hatását számos növény magjának csírázásánál is megfigyelték.

Korábbi kísérleteinknél beigazolódtott, hogy a búza gyökérfelületi zónájából izolált auxoautotróf baktériumok — így elsősorban a *Pseudomonas radiobacter* — a növény szárazanyag-képzését jelentősen növelik. E vizsgálatokat homokkultúrás monobakteriális kísérletekben nem steril és steril körülmények között végeztük.

A vitaminoknak a növények életében végzett szerepe ma még csak részben ismeretes. Annyi azonban bizonyos, hogy mint biokatalizátorok, nélkülözhetetlenek a növények életműködéséhez.

Bebizonyosodott az is, hogy az élő gyökerek vagy csak igen kis mennyiségben, vagy egyáltalán nem választanak ki a talajba enzimeket. Viszont a növényi szövetek elbontásakor a sejtekben levő enzimek egy része az anyagcsere folyamatában kölcsönhatásba lép a mikroorganizmusok enzimjével és egész sor változáson megy keresztül. Ezalatt a növényi enzimek egy része



lebontódik, míg a másik szabaddá válik, aktív állapotban marad és közvetlenül részt vesz a talaj biokémiai folyamataiban.

A magasabb rendű növények elhalt maradványai szolgálnak a talaj szervesanyagának legfőbb forrásául. Az újabb vizsgálatok is megerősítik DOKUSAJEV-nek még a múlt században ismeretessé vált felfogását, amely szerint az elhalt növényi- és állati maradványok szerves anyagának kémiai összetétele, továbbá az ennek lebontási és szintetizálási folyamatában képződött termékek és a szervesetlen alkotórészek egymásrahatásának karaktere az egyik legfontosabb tényező a talaj evolúciójában.

Ilyen vonatkozásban az élővilág biogeocönotikus szinten történő tanulmányozása szolgáltat adatokat. Ehhez a szárazföldeken a legmegfelelőbb objektumként a természetes erdők szolgálnak.

A fás növények gyökerei mélyen behatolnak a talajba. Elsősorban a sekély termőrétégű váztalajainkon pedig az anyakőzet repedéseit is behálózzák és így közvetlenül részt vesznek a mállásban. A mély gyökérzetten keresztül felvett tápelemeknek nagyobb része nem épül be az elfásodott növényi szövetekbe, hanem a lehullott levelekkel, termésekkel, az elhalt földfeletti és gyökérrészekkel, valamint a gyökérvadálékokkal a talaj felszínére, ill. közvetlenül a talajba kerül.

Az erdő fás és lágyszárú növényzetének elhalt föld feletti részéből a talaj felszínén képződött avar nemcsak tömegénél, hanem változatos kémiai összetételénél fogva is legjelentősebb a talajból felvett tápelemeknek és bázisionoknak a biológiai körforgalomba való visszajuttatása szempontjából. Az avar tehát az erdő természetes biológiai körforgalmának legfontosabb anyag- és energiátárolója.

Hazai erdeink lomb- és avarvizsgálatával a közelmúltban JÁRÓ foglalkozott, aki az erdő talajának felszínére kerülő elhalt növényi részek mennyiségén kívül ezek kémiai összetételét is tanulmányozta. Vizsgálatai alapján megállapítható, hogy az évenként lehullott lomb kémiai összetételének adatai csak közel azonos termőhelyen szolgálhatnak az összehasonlítás alapjául. Ilyen esetekben viszont az adatok felhasználhatók az egyes fajok tápanyag-visszaszolgáltató képességére vonatkozó ismereteink kiszélesítéséhez, a tápelemek természetes biológiai körforgalmának tanulmányozásához.

Különösen savanyú talajképző kőzetek kialakult talajokon levő elegyetlen fenyőállományok alatt a mikroorganizmusok kedvezőtlen ökológiai feltételei következtében nagymérvű az avarfelhalmozódás. Így pl. gnejszen képződött savanyú barna erdőtalajon levő 60 éves lúcos alatt hektáronként 16 t bomlatlan és 70 t bomlásban levő tűavar halmozódott fel. Ebben 860 kg N, 210 kg  $P_2O_5$  és 170 kg  $K_2O$  volt kimutatható. Ezeknek a nagy mennyiséget képviselő tápelemeknek a biológiai körforgalomba való mielőbbi visszajuttatása igen hasznos volna.

Az erdő talajának szervesanyag készletét jelentősen gyarapítják az elhalt



gyökérmaradványok is. Ennek mennyiségéről azonban elsősorban módszertani nehézségek miatt ismereteink igen hiányosak.

Az erdő talajának szervesanyag-utánpótlásában már lényegesen kisebb tételként szerepel a lágyszárú aljnövényzet évről évre elhalt mennyisége. Így pl. egy 120 éves podagrafüves tölgyesben a lágyszárú növényzet hektáronként és évenként 3 q-val növeli csupán az elhalt szerves anyag súlyát.

MINA a Szovjetunió erdősztyepp övezetében különböző korú tölgyesekben tanulmányozta a N és hamualkotó elemek körforgalmát. Vizsgálatainak az elhalt fák gyökérmennyiségét is figyelembe vette. Az adatokból megállapítható, hogy az évenként elhalt növényi maradványokba beépült N és hamualkotó elemek össz mennyiségének kb. 90%-a kerül vissza a talajba, ill. annak felületére, míg csupán 10%-a kerül ki gallyfával, erdei melléktermékekkel stb. az erdőből. Ez természetesen feltételezi azt, hogy az avart más célra — pl. almózisra — nem használják fel. A tápelemeknek ez a viszonylag kismérvű vesztesége viszont kompenzálódik a fás növények gyökérzetével a mélyebb talajrétegekből felvett tápelemeknek a biológiai körforgalomba való bekapcsolódásával. Így a fahasználatot figyelembe véve is a növényzet számára szükséges tápelemek minden korban a tápelemek természetes biológiai körforgalmából fedeződnek.

Természetesen a közöltek nem vonatkoztathatók minden faállományra egyaránt. Az elhalt növényi maradványokban levő tápelemek feltáródását ugyanis a mikroorganizmusok adott ökológiai feltételei mellett a szubsztrátum C : N arányán kívül a hamualkotórészek kémiai összetétele is jelentősen befolyásolja.

Egyes lombállományok alatt az avartakaró szárazanyag-súlyának a hamutartalma 4–14% között változik, aminek 38–78%-a kalciumból és magnéziumból tevődik össze. Így a szerves anyag átalakulásának folyamatában képződött humuszsavak  $\text{Ca}^{2+}$ -ionnal telítődnek. A  $\text{Ca}^{2+}$ -ion hiányában viszont telítetlen humuszsavak képződnek, amelyek erősen savanyú kémhatásuknál fogva tetemes mennyiségű tápanyagot lúgoznak ki a felső szintekből az altalajba, ill. a talajvízbe. Az erősen savanyú kémhatású, podzolos talajokban az ilyen úton elvesző tápanyagmennyiség súlyosabb kiesést jelenthet a tápanyagforgalomban, mint a fahasználat révén évszázadonként 1–2-szer kivitt tápanyagtartalom. Az elegyetlen, egykorú, túlevelű faállományok alatti avartakaró kémiai összetétele ilyen vonatkozásban nagyon kedvezőtlen: Ugyanis ezeknek kisebb a hamutartalma, az elhalt növényi maradványokban kevesebb a  $\text{Ca}^{2+}$  mennyisége, mint a lombállományok alatti avartakaróban.

MINA az erdő biogeocönózisának a N és hamualkotó elemek körforgalmát a növény–talaj viszonylatában a fás növényzet egy generációjának egész növekedési periódusában végbemenő változások alapján tanulmányozta. Ezen kívül a biológiában ismeretes a N és hamualkotó elemek körforgalmának éves periódusa is. Utóbbi alatt a növény által a talajból felvett N és hamualkotó



elemek évi mennyisége, valamint ebből az elhalt növényi maradványokkal, gyökérváladékokkal visszatérő rész és az állati szervezetekbe, mikroorganizmusokba beépült, ill. anyagcserefolyamataik révén a növény számára felvehetővé vált tápelemek körforgalma értendő.

A fás növényzet elhalt részeinek mennyiségi és kémiai vizsgálata az avar-takarónak a talaj termékenységre gyakorolt hatása szempontjából fontos. A rontott erdők átalakításánál, a termőhely potenciális termőképességének megítélése alapján történő célállományok megválasztásánál messzemenő figyelembe kell venni a fafajpolitikánkból származó igényeket. Ennek elsődleges voltát szem előtt tartva azonban egyik tényezőként feltétlenül abból kell kiindulnunk, hogy olyan, többségében elegyes állományokat alakítsunk ki, amelyek a talaj termékenységét nem csökkentik, hanem elhalt maradványaik kémiai összetételénél fogva és az ebből adódó kedvező mikrobiológiai folyamatok révén azt állandóan növelik.

A mezőgazdasági üzemekben termesztett lágú szárú növényzet föld feletti részét az emberi táplálkozásra, az állatok takarmányozására és almozására, valamint az ipar céljaira használják fel. Így ezeknek elsősorban gyökérmaradványai, más célra gazdaságosan fel nem használható és a talajra visszajuttatott részei szolgálnak forrásul a talaj szerves anyagának gyarapításához, valamint a bennük levő tápelemeknek a biológiai körforgalomba kerüléséhez.

A lágú szárú növényzet gyökérzete szinte a talaj egész termőrétegét behalózza. Így a növényzet elhalása után helyes agrotechnikai eljárások alkalmazása esetén a gyökérzet szolgál legfőbb kiindulási anyagnak mind a talaj tartós szerkezetének kialakítása szempontjából fontos humuszsavak képződéséhez, mind a tápelemek természetes úton történő biológiai feltáráshoz.

A különböző növények gyökerének mennyisége, kémiai összetétele igen nagy változást mutat. A legfontosabb növényi tápelemek vonatkozásában szinte meglepő az, hogy a 4 éves lucerna gyökérmaradványaiban — KEMENESSY adatai szerint — lényegesen több tápelem van felhalmozódva, mint amennyi 180 q 24% szárazanyag-tartalmú, közepes minőségű istállótrágya hatóanyaga.

A mezőgazdasági termelés, különösen pedig a betakarítás gépesítésének fokozásával a talajban, ill. annak felszínén visszamaradó elhalt növényi maradványok mennyisége az utóbbi évtizedben megkétszereződött. Meg kell valósítani, hogy a termesztett növények minden, más célra gazdaságosan fel nem használható része visszakerüljön a talajba. A gyökérmaradványokkal együtt ez kell hogy szolgáljon a talaj szervesanyag-utánpótlásának legfőbb forrásául.

Az utóbbi két évtized kutatási eredményei azt igazolják, hogy a tápelemek biológiai körforgalmában a makroszkópos méretű gerinctelen állatoknak is fontos szerepük van. Ezek nemcsak egymással, hanem a talaj mikroflórájához



tartozó szervezetekkel és a magasabb rendű növényekkel is kölcsönhatásban vannak. Szerves részét képezik tehát a biogeocönózisnak.

A talajban élő állatok vizsgálata korábban szinte kizárólag szisztematikai és mennyiségi jellegű volt. Az újabb kutatások viszont főleg a gerinctelen állatoknak az anyagkörforgalomban, elsősorban az elhalt növényi maradványok lebontásában végzett szerepével kapcsolatosak. A faállományok alatti talajok tápanyagutánpótlásának legfőbb forrását az erdő, mint életközösség által évről évre produkált és a talajra visszakérülő elhalt növényi maradványok képezik. Így érthető, hogy a talajban élő gerinctelen állatok tevékenységét nagyobb részt faállományok alatti talajokban tanulmányozták.

Az avartakaró lebontásának intenzitása sok tényezőtől függ. Ezek közül legfontosabb maga a fafaj. Így pl. az éger és kőris lehullott lombja sokkal gyorsabban bomlik el, mint a bükk- és tölgyállomány alatti avartakaró.

Az avartakaró szerves anyagának átalakulását jelentősen befolyásoló tényező a termőhely is. GERE vizsgálata szerint tölgy- és bükkerdeink nagy részében a talajon levő régi és friss avar súlya között alig volt különbség. Viszont jelentős eltérés volt az átlagosnál nedvesebb és szárazabb termőhelyeken.

Az avarlebontás intenzitását GERE a Hársbokor-hegyen gyengén podzolos barna erdőtalajon levő 80 éves csertölgyesben tanulmányozta. Megállapította, hogy az egy év alatt lehullott lomb két és fél esztendő alatt veszítette el formált avarjellegét. Az üveglappal lefedett, a kísérleti terület természetes viszonyai közé kihelyezett mázolatlan cseréptálban a mezo- és mikrofaunától elzárt, de nem steril avarminták súlyvesztése, tehát a lebontás üteme lassúbb volt. Ez azt bizonyítja, hogy közel azonos feltételek mellett a baktériumok és gombák avarlebontó tevékenységét a gerinctelen állatok jelenléte gyorsítja.

Hasonló következtetésekre jutott EDWARDS és HEATH is, akik vizsgálataikat Rothamstedben végezték. Nevezettek bükk- és tölgyállomány alatti avartakaró lebontását kísérték figyelemmel a makrofauna mechanikus úton történő kizárásával e folyamatból és ennek részvételével. Megállapították, hogy mindkét fafaj lombozatának lebomlása lényegesen gyorsabban ment végbe a makrofauna jelenlétében, mint anélkül.

Az állatok, az elhalt növényi maradványok lebontását gyorsító tevékenységének mibenléte teljes egészében ma még nem ismeretes. Valószínű magyarázata a következőkben foglalható össze. A bélsatornába került és azon áthaladó táplálék az emésztés folytán bizonyos kémiai változáson megy át. Ez alatt a szerves anyag mineralizációja legfeljebb csak elenyésző részben megy végbe. Ezt is minden valószínűség szerint nem az állatok enzimatiskus úton, hanem a felvett táplálékkal a bélsatornába került egyes baktériumok végzik el. Azonban az ürülék összetétele kémiai értelemben véve az eredetileg táplálékként felvett szerves anyag összetételéhez képest legalábbis részben



megváltozik. Így tartalmaz olyan anyagokat is — pl. karbamidot, húgysavat stb. —, amelyek az állatba került szerves anyagban eredetileg nem voltak meg. Ezeknek az anyagoknak mikrobiológiai lebontása és átalakítása már gyorsabban megy végbe, mint az állatokon keresztül nem ment növényi maradványoké.

Az állatok az elhalt növényi maradványok lebontását azonban elsősorban nem az ismertett anyagserével kapcsolatos kémiai átalakulás révén gyorsítják, hanem ez nagyobb részt mechanikai okokra vezethető vissza. Ugyanis az állatok táplálkozás közben a szerves anyagot állandóan rágják, aprítják, bélcsatornájukon keresztül hajtva valósággal zúzzák. A nagyon kevés hasznosítható anyagot megemésztik, felszívják, miközben testükhöz viszonyítva nagy tömegű — a felvett tápanyag 98–99%-át — emészthetetlen, de már finomra felaprózott ásványi szemcséket is tartalmazó ürülékkel raknak le. Így az állatok az elhalt növényi maradványok elsődleges fogyasztóinak tekinthetők, míg a teljes lebontás folyamatát a baktériumok és gombák végzik el a hátrahagyott, a felaprózás következtében felületileg rendkívüli módon megnövekedett szerves anyagon.

A gerinctelen állatok közül elsősorban a földigiliszták, nyugiliszták, rovarálcák járataikkal átszövik a talajt, miközben valóságos biológiai alagsövezést végeznek. Ezek a kapilláris méreteknél nagyobb átmérőjű járatok elősegítik a lehullott csapadék alsóbb szintekbe történő vándorlását és jobbá teszik a talaj levegőgazdálkodását is. Az állatok vándorlásuk közben állandóan keverik a talaj szerves anyagát a szervetlen alkotórészekkel. Így nagyban hozzájárulnak ahhoz, hogy a felaprózott és formális jellegét elvesztett növényi maradványok a talaj ásványi részével összekeveredjenek. A talajban élő állatok nyálkás testváladékai, ürülékük anyaga elősegíti a talaj morzsás szerkezetének kialakulását is.

A talajba és annak felszínére kerülő elhalt növényi és állati maradványok átalakulása közvetlenül és közvetve is befolyásolja a talaj termékenységét. Az első a tápelemek biológiai körforgalmával kapcsolatos, míg a második a humuszképződésre vonatkozik.

Az elhalt növényi- és állati maradványok mineralizációja révén felszabadulnak a magasabb rendű növények számára nélkülözhetetlen tápelemek, valamint olyan bázisionok is, amelyek elsősorban a talaj fizikai és kémiai tulajdonságait befolyásolják.

A természetes úton talajba kerülő N csaknem teljes egészében szerves eredetű. A talaj összes N-tartalmának kb. 99%-a szerves formában van jelen és hozzávetőleg csupán 1%-a található szervetlen, a növények számára közvetlenül felvehető alakban.

A talajtípusok többségében a levegő molekuláris nitrogénjét megkötő *Azotobacter* és *Clostridium* génuszhoz tartozó fajok is megtalálhatók. Vizsgálati adatainkból megállapítható, hogy az aerob  $N_2$ -kötő baktériumok által



megkötött  $N_2$  mennyiségéhez képest szinte jelentéktelen az anaerob  $N_2$ -kötő baktériumok által megkötött  $N_2$ .

Ugyanazon talajtípuson belül a felszecsázott kukoricaszár + NPK adagolás hatására közel megkétszereződött a  $N_2$ -kötő baktériumok életvékenysége következtében létrejövő N-gyapapodás. A réti csernozjom talaj azonos kezelésű parcelláin hozzávetőleg háromszor nagyobb volt a biológiailag megkötött  $N_2$  mennyisége, mint a humuszos homoktalajban. Ez kg/ha-ra vonatkoztatva évenként a következő volt: kontroll parcella a réti csernozjom talajnál 16,48; humuszos homoktalaj esetében 5,18; kukoricaszár + NPK kezelésű parcella a réti csernozjom talajnál 33,92; humuszos homoktalaj esetében 9,60.

A közöltekből is érzékelhető, hogy a magasabb rendű növények számára milyen nagy jelentősége van a tápelemek biológiai körforgalmának. Az elhalt növényi és állati maradványokkal a talajba, ill. annak felszínére kerülő szerves anyag transzformációját a jövőben is szükséges tanulmányozni. Az ezzel kapcsolatos eddigi kutatási eredmények is több, a talaj termékenységét befolyásoló kérdést tisztáztak.

Az elhalt növényi és állati maradványok lebontásának intenzitása, az anyagcseretermékek kémiai sajátosságai az e folyamatban részt vevő mikroorganizmusok faji összetételétől, ezek ökológiai igényétől és a kiindulási anyag kémiai tulajdonságaitól függ.

Az erdőgazdálkodás keretében a műtrágyázással kapcsolatos kutatások az elmúlt években igen kiszélesedtek. Egyes kutatók más erdőművelési intézkedésekkel együtt sok termőhelyen egyenesen nélkülözhetetlennek tartják a műtrágyázást. Ezek szerint a műtrágyák felhasználása révén a talaj humuszformája kedvezőbbé válik, a fák tápanyag-ellátottsága fokozódik és végeredményben mindez a fatermések növekedését vonja maga után. Hátrányos mellékhatások elsősorban a fa minőségére vonatkozólag alig mutatkoznak. E kutatók költségszámításai is többnyire a műtrágyázás kedvező pénzügyi eredményét mutatják. Más kutatók vizsgálatai szerint a fák és az aljnövényzet által felvett N 87%-a az elhalt növényi maradványokkal visszatér a talajba és mindössze csak 13%-a távozik el a fakitermelés révén. Így szerintük a faállományok trágyázása szükségtelen.

Véleményem szerint helytelen csak az állományok műtrágyázásának szükségességéről vagy szükségtelenségéről általában állást foglalni. A kérdés eldöntése egy adott állomány esetében a tápelemek természetes biológiai körforgalmát befolyásoló tényezők együttes vizsgálata alapján ítéltető csak meg.

Hazánkban az avartakarót az erdőből nem viszik ki. Ezért természetes erdőtársulásokban megfelelő erdőművelési eljárások alkalmazása esetén jelenlegi ismereteink alapján a talajok mesterséges tápanyag-utánpótlása szükségtelen.



Kultúrerdeinknél, ha a telepítésnél a termőhely potenciális termőképességének megfelelő összetételű és szerkezetű elegyes állományok kialakítása történt meg, a tápelemek biológiai körforgalma — helyes erdőművelési eljárások esetén — ugyancsak biztosítja a növényzet tápanyagellátottságát.

A rontott erdők átalakításánál — ahol a telepítendő fafajok nem a termőhely potenciális termőképességét figyelembe véve lettek megválasztva — a fafajpolitikánkból kell kiindulni. Azonban ennek elsődleges voltát szem előtt tartva szükséges figyelembe venni azt is, hogy olyan állományokat alakítsunk ki, amelyek az ipar igényének megfelelően egyrészt fafajonként és választékokként a tervezett mennyiséget biztosítják, másrészt a talaj termékenységét nem csökkentik, hanem ellenkezőleg, elhalt maradványaik kémiai összetételénél fogva és az ebből adódó kedvező mikrobiológiai folyamatok révén azt állandóan növelik.

Egészen más a helyzet a rövid, 12–15 éves vágásfordulóra tervezett, ültetvényszerűen telepített nemesnyárasainkban. Az ilyen kultúrák az agrotechnikai eljárások alkalmazása tekintetében semmiben sem különböznek a természetett több éves lágú szárú növények igényeitől. Ebből adódik, hogy amennyiben a talaj tápanyagellátottsága nem kimagaslóan jó — mint pl. az ártereken —, a műtrágyázás indokolt.

Az erdőgazdasági gyakorlatban ugyancsak szükséges az állandó jellegű csemetekertekben is a mesterséges tápanyagutánpótlásról gondoskodni.

Az elegyetlen fenyőállományok avartakarójának kémiai összetétele, elsősorban C : N aránya kedvezőtlen. Ismerve a szerves anyag transzformációjában részt vevő mikroorganizmusok ökológiai igényeit, fiziológiai tulajdonságait, életműködésük energetikai mutatóit, célszerű volna az elegyetlen fenyőállományok tápanyag harmóniáját műtrágyázás, elsősorban N-adagolás révén kedvezően befolyásolni.

A korszerű mezőgazdasági növénytermesztés évről évre nagy mennyiségű tápanyagot von el a talajból. Ennek túlnyomó többsége ki is kerül az adott termőhelyen a tápelemek biológiai körforgalmából. Egy adott üzemen belül is az istállótrágyázás révén csak egy kis része juttatható vissza a talajba a természetett növények tápanyagszükségletének. A más célra gazdaságosan fel nem használható növényi maradványok talajba történő visszakerülésének fontosságára már utaltam. Ezek mineralizációjának, ill. humifikációjának menetét azonban csak e folyamatban részt vevő mikroorganizmusok élettani tulajdonságainak ismeretében lehet a megfelelő műtrágyázás révén — elsősorban a helyes C : N arány kialakításával — a gyakorlat számára kedvezően befolyásolni. Ha ezt megtesszük, lényegében az istállótrágyázással azonos hatóanyagú tápanyagtartalom visszapótlását végezzük el. Ezen kívül természetesen a mezőgazdálkodás produktivitása nem nélkülözheti a felhasznált műtrágyák mennyiségének állandó növelését.

Ismeretes, hogy közegészségügyi szempontból az emberi és állati ürülé-



kekből, valamint az ipari szennyeződésből származó, a mezőgazdaság állandóan fokozódó kemizálásából adódható kártételek ellen az egész világon megfelelő rendszabályok megalkotásával és ezek szigorú végrehajtásával küzdenek. E téma keretén belül kezdtünk el foglalkozni a sertés trágya közegészségügyi szempontból kielégítő, a gazdaságosságot előtérbe helyező hasznosításával.

A fokozódó munkaerő-hiány, a közegészségügy magas színvonala, valamint a termelékenység fokozására való törekvés teszi szükségessé, hogy a trágyakezelés és elhelyezés hagyományos módszereiről a közeljövőben — legalábbis részben — áttérjünk a kevés munkaerőt igénylő trágyahasznosításra.

A közöltekkel kapcsolatban a Szarvasi Kísérleti Állami Gazdaság rózsási telepén 1966 óta folytatunk vizsgálatokat. Kísérleti munkánk fontosabb célkitűzései a következők:

1. A terület talajában a sóforgalom rendszeres ellenőrzése.
2. A 40,9 hektáron létesített nemesnyár ültetvény és a mezőgazdaságilag hasznosított területen termesztett növények terméseredményeinek megállapítása.
3. A tápanyagmérleg elkészítése abból a célból, hogy meghatározzuk a trágyaelhelyezés területének optimális nagyságát.
4. Egy hektárnyi terület trágyalé befogadóképességének — derítőképességének — meghatározása.

Ez utóbbi célkitűzés realizálása egészen új talajmikrobiológiai feladat megoldását jelenti.

Anélkül, hogy eddigi kísérleti eredményeinket részletezném — ez a közeljövőben úgyszólván közlésre kerül — megállapítható, hogy a nagyüzemi sertés-hizlaldák trágyájának a közegészségügyi kívánalmakat, a talaj termékenységeinek fokozását szolgáló célkitűzéseket figyelembe vevő elhelyezés nagyobb részt megoldottnak tekinthető.

„A gyakorlatban használatos herbicidek hatása a talaj mikroflórájának, valamint mikrofaunájának egyes fajaira és csoportjaira, néhány mykorrhizogombára, továbbá a herbicidek biológiai inaktivációjának néhány kérdése” címen adtuk közre azt a tanulmányunkat, amelynek alapját többéves kutatómunkánk képezte. Az eredmények az élelmiszergazdaság állandóan fokozódó kemizálása révén még inkább arra figyelmeztetnek, hogy az e kérdéssel kapcsolatos talajmikrobiológiai vizsgálatok indokoltak.

Természetesen ma a vegyszeres gyomirtás kérdése polgárjogot nyert. Tíz évvel ezelőtt azonban ennek az agrotechnikai eljárásnak legnagyobb ellenzői éppen a káros talajmikrobiológiai következményekre igyekeztek hivatkozni. Ezeknek a véleményeknek helytelensége ma már igazolt.

Előadásom keretében mellőztem a talajban végbemenő biológiai folyamatok részletes ismertetését. Ezt hasonló alkalommal néhány évvel ezelőtt



megtettem. Törekedtem viszont kidomborítani a talajmikrobiológiai kutatások kapcsolatát a talaj kémiai, fizikai, valamint agrokémiai vizsgálataival. Az egységes talajtani szemlélet kialakításáért sokat fáradoztunk és fáradozunk. Remélhetőleg a jövőben ennek gyümölcse az élelmiszer- és fagazdaság gyakorlati tevékenységében az eddiginél érezhetőbben jelentkezik majd.

## HOZZÁSZÓLÁSOK

MANNINGER ERNŐ, a mezőgazdasági tudományok kandidátusa  
(MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest)

Az előadásban szó volt a pillangós virágú növényekkel szimbiózisban élő rhizobium-baktériumokról, amelyekről túlzás nélkül állíthatjuk, hogy a talajmikrobiológia legfontosabb mikrobacsoportja. Alkalmazásuk révén ugyanis a pillangósok termése növelhető és ezzel szinte az egyetlen olyan agrotechnikai eljárás mikrobiológiai vonatkozásban, amely ma már a gyakorlatban közvetlenül felhasználható. Ennélfogva csaknem az egész világon alkalmazzák e szimbiótákat a pillangósok vetőmagjának oltására és többtermésük elérésére.

Az ilyen oltóanyaggal hazánkban már elég korán, az első használható oltóanyagunk Európában való megjelenése után 3 évvel, kísérletezik Kerpely Kálmán 1895-ben és elég hamar megszületett a magyar rhizobium-baktériumokat tartalmazó oltóanyag gyártása. Ez különböző fejlődésen ment keresztül, amelynek eredményeként a kezdeti néhány ezer holdas mennyiségű termelés az utóbbi években átlag 130 000 kh. vetésterület magmennyiségének oltásához elegendő oltóanyag gyártásához vezetett.

A megnövekedett termelés elsősorban annak köszönhető, hogy a minőség tekintetében nagyarányú változás következett be, különösen, mióta a Földművelésügyi Minisztérium bevezette ennek az oltóanyagunk kötelező ellenőrzését, amivel biztosítva van, hogy csak hatásos oltóanyag kerül a gyakorlatba. És valóban ott, ahol kipróbálták ezt az oltóanyagot, általában megelégedettek az eredménnyel.

Ezzel a fejlődéssel nem lehetünk még megelégedve. Kutatásainkat elsősorban az oltóanyaggyártás és oltóanyagellenőrzés szolgálatába állítva, az eddiginél is jobb és hatásosabb oltóanyag előállítására kell törekednünk. E tekintetben sokrétű kutatási feladatról van szó, amelyeket részben munkaközösségben végez a Phylaxia Oltóanyag- és Tápszertermelő Vállalat, az Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet és a Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete. Ez a gyümölcsöző együttműködés már eddig is több problémát megoldott és a gyártó, az ellenőrző, valamint a kutató intézménynek a jó kapcsolata biztosítéka annak, hogy további előrehaladással számíthatunk e kérdésben.

A rhizobium-oltóanyaggyártással, illetve felhasználással kapcsolatban néhány gyakorlati szempontból is fontos kérdésre szeretnék kitérni és részben olyan eredményeket ismertetni, amelyek eddig még nem jelentek meg nyomtatásban.

A rhizobiumok alkalmazásával kapcsolatban egyesek felvetettek olyan aggályokat, hogy talán nem is a baktériumok okozzák a terméstöbbletet, hanem