

AZ MTA TAKI – MTA MGKI ÚJ, KÖLTSÉG- ÉS KÖRNYEZETKÍMÉLŐ TRÁGYÁZÁSI SZAKTANÁCSADÁSI RENDSZERE AZ AGRÁR KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI PROGRAM SIKERES MEGVALÓSÍTÁSÁÉRT

A hazai publikált N-, P- ill. K trágyázási tartamkísérletek adatbázisán kapott összefüggésekre alapozva a 90-es évek közepén egy új szemléletű, költség- és környezetkímélő trágyázási szaktanácsadási rendszer fejlesztése kezdődött meg. A számítógépes szaktanácsadási rendszer segítséget kíván nyújtani a növénytermesztő szakembereknek a rendelkezésükre álló tápanyagforrások ésszerű és gazdaságos felhasználásához. A 30 legfontosabb szántóföldi növény trágyázási szaktanácsadási rendszerét az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet (Budapest), és az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet (Martonvásár) szakemberei dolgozták ki. A 38 legfontosabb szántóföldi zöldségnövény új, környezetkímélő trágyázási szaktanácsadási rendszerét a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék (növény blokk), valamint az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet és az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet (talaj blokk) vezetésével egy 10 tagú konzorcium 2003/2004-ben dolgozta ki. Jelenleg folyamatban van a kor követelményeinek megfelelő gyümölcs, szőlő és gyep trágyázási szaktanácsadási rendszerek kidolgozása. Az új szaktanácsadási rendszer megalkotói a korábbi szaktanácsadási rendszerek értékeit igyekeztek beépíteni az új rendszerbe.

Az új, költség- és környezetkímélő trágyázási szaktanácsadási rendszer ismertetése

Az új, környezet- és költségkímélő trágyázási szaktanácsadási rendszer négy műtrágyázási szinten ad szaktanácsot: 1) minimum; 2) környezetkímélő; 3) mérleg-szemléletű; 4) integrált növénytáplálási szint. A *minimum* növénytáplálási szinten PK trágyázást a jó és annál magasabb ellátottságokon, a *környezetkímélő* növénytáplálási szinten az igen jó és annál magasabb PK ellátottságtól nem javasol a program. Amennyiben ezt a trágyázási gyakorlatot folytatjuk, a közepes PK ellátottságot fogjuk elérni, ill. fenntartani. A *mérleg-szemléletű* és az *integrált* növénytáplálási szinteken az ellátottsági kategóriától függő szorzószámok nagyobbak, és még az igen jó PK ellátottságon is javasol csökkentett mennyiségű PK trágyázást. E két növénytáplálási szinten a jó PK ellátottság elérése, ill. fenntartása a cél. Túlzott PK ellátottsági szinten viszont már egyik változat sem javasol PK trágyázást. Ugyanakkor, még a legmagasabb, az integrált növénytáplálási szinten is jóval alacsonyabbak a javasolt adagok, mint az intenzív (MÉM NAK, 1979) szaktanácsadási rendszer ajánlásai, különösen is a jó, igen jó, és túlzott talaj PK ellátottsági szinteken.

Az 1) és 2) változatok (minimum, ill. környezetkímélő műtrágyázási ajánlások) célja a legnagyobb jövedelmet biztosító termésszintek (a maximális termésszint mintegy 95%-a) biztosítása a közepes talaj PK ellátottság elérése, ill. fenntartása útján. A 3) és 4) változatok (mérleg-szemléletű, ill. integrált műtrágyázási ajánlások) nagyobb adagokkal, de továbbra sem intenzív műtrágyázással a maximális terméseket célozza meg. Ez a gyakorlat javasolható a vetőmagtermesztésben, és pl. a minőségi búzatermesztésben is. Feltétel ugyanakkor, hogy az érintett terület ne tartozzon a környezeti szempontból különösen érzékeny területek közé. A rendszer műtrágya igényt csökkentő tényezőként figyelembe veszi a korábbi szervestrágya kijuttatást, a pillangós előveteményt, az elővetemény betakarításának időpontját, az elővetemény területen maradó melléktermésének tápanyagtartalmát, stb.

Az 1 ha-ra javasolt N-, P₂O₅-, és K₂O- műtrágya hatóanyag mennyiségeket (x) a program az alábbi képlet szerint számolja:

$$x = (T \cdot F_t \cdot sz) \pm K, \text{ ahol}$$

T= tervezett termésszint, t/ha; F_t= tervezett termésszinthez tartozó fajlagos tápelem-igény; sz= a talaj tápelem-ellátottsági kategóriától függő szorzószám; K= korrekciós faktor.

A környezetkímélő, valamint az intenzív trágyázási szaktanácsadási rendszerek alapelveinek összehasonlítása

Figyelembe véve az utóbbi 10-15 év hazai tápanyag-gazdálkodásának kihívásait, a műtrágya ártámogatások megszüntetését, a megszigorodott gazdasági környezetet, a korábbi szaktanácsadási módszerek értékeit megőrizve, 30 legfontosabb szántóföldi, ill. 38 szántóföldi zöldségnövényünk új szemléletű, költségtakarékos, környezetkímélő makro- és mikroelem trágyázási rendszere került kidolgozásra. A korábbi intenzív (MÉM NAK, 1979, „kék füzet”) rendszer történelmi küldetést töltött be, amikor talajain PK ellátottságának gyors javítását, és az élelmiszerellátás biztonságát, mint fontos stratégiai feladatot is biztosította. Mezőgazdaságunk jelentős részben ma is az akkor felhalmozott PK tápelem tőkéből él. Az intenzív, valamint az új, költség- és környezetkímélő trágyázási szaktanácsadási rendszer (mely a mai kor gazdaságossági és környezetvédelmi kihívásainak egyaránt igyekszik megfelelni) filozófiájának összehasonlítását az 1. táblázatban tanulmányozhatjuk.

1. táblázat. Az intenzív tápanyagellátást biztosító, valamint a környezetkímélő trágyázási szaktanácsadási rendszerek filozófiájának összehasonlítása

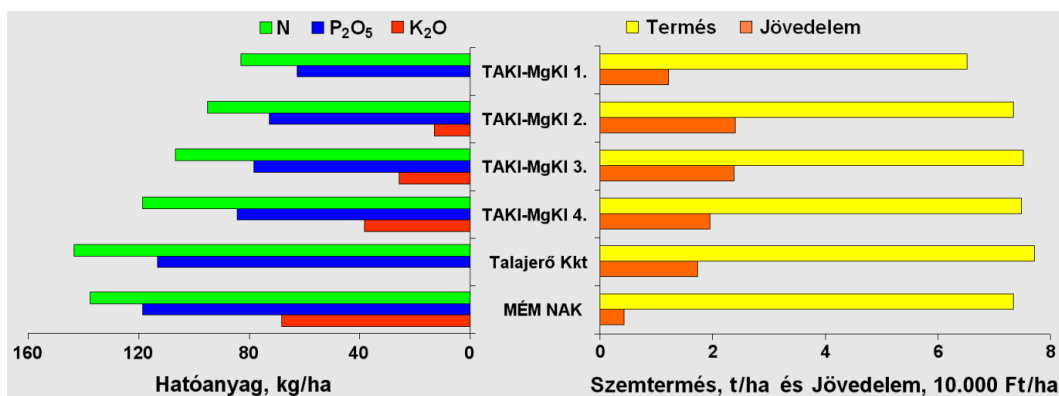
Intenzív tápanyagellátás rendszere (MÉM NAK 1979)	Környezetkímélő trágyázási rendszer (MTA TAKI - MTA MGKI)
<i>Maximális</i> termésszintre való törekvés	<i>Gazdaságos</i> termésszintre való törekvés
A "talaj trágyázása" a cél	A "növény trágyázása" a cél
<i>Jó- igen jó</i> talaj PK-ellátottság elérése, majd fenntartása	<i>Közepes-jó</i> talaj PK-ellátottság elérése, majd fenntartása
<i>Gyors</i> talaj PK-feltöltés	<i>Lassú</i> talaj PK-feltöltés
<i>Minden évben</i> PK-trágyázás	A <i>vetésforgó</i> PK-trágyázása (periodikus PK-trágyázás)
PK-trágyázás <i>minden</i> talaj PK-ellátottsági szinten	PK-trágyázás csak <i>jó-közepes és annál gyengébb</i> talaj PK-ellátottsági szinten
<i>Nagyobb</i> talaj tápelem ellátottsági határértékek	<i>Kisebb</i> talaj tápelemellátottsági határértékek
<i>Egységes</i> talaj tápelem ellátottsági határértékek	<i>Növénycsoporttól függő</i> talaj tápelem ellátottsági határértékek
<i>Nagyobb</i> fajlagos tápelem tartalmak	<i>Kisebb</i> fajlagos tápelem tartalmak
A <i>tervezett termésszinttől független</i> fajlagos tápelem tartalmak	A <i>tervezett termésszinttől függő</i> fajlagos tápelem tartalmak

Mindenképpen öröndetes tény, hogy – némi, avagy jelentős késéssel bár, de a Nemzeti Vidékfejlesztés Terv keretében beindult az agrár környezetgazdálkodási/környezetvédelmi program. Öröndetesen felfutott a talajmintavételek és -analízisek száma, ami már a laborkapacitás határait is feszegeti. Most lehet sajnálni, hogy szűkült az NTSz laborok kapacitása, és nem alakult ki más további laborkapacitás. Mivel az egész ország mezőgazdasági területére kiterjedő teljes körű talajvizsgálatokat 5 évente szakmailag kötelező elvégezni, a korábban bezárt laborok részbeni újraindításával évi 1.0-1.3 millió hektár kapacitásra sürgető módon fel kell fejleszteni a laborhálózatot.

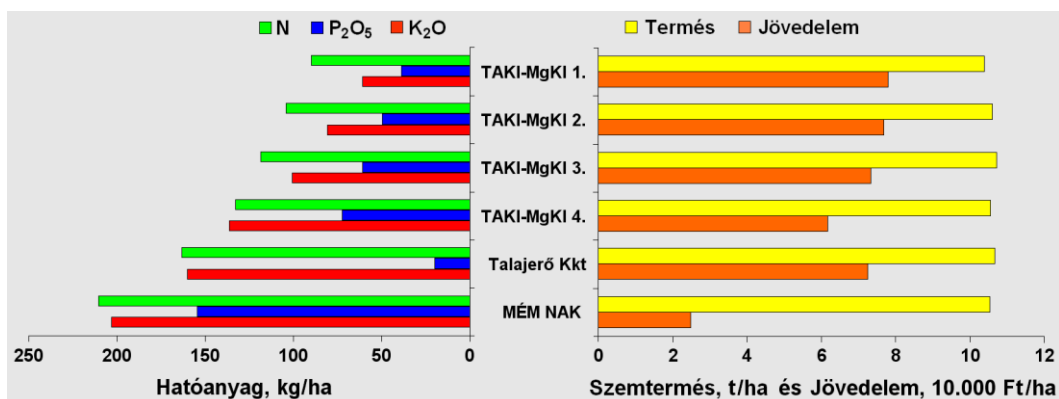
Az ország teljes területére kiterjedő rendszeres talajvizsgálatok az FVM két, alapvető feladatának teljesítését eredményezhetik: az ország talajai tápláltsági állapotának, NPK ellátottságának nyomon követése kormányzati feladat, mind 1) a környezeti kockázat becslése, mind 2) az ország műtrágya-igényének megállapítása céljából. Az ország teljes területére kiterjedő rendszeres talajvizsgálatok lehetővé teszik az MTA TAKI – MTA MGKI új, költség- és környezetkímélő trágyázási szaktanácsadási rendszere alapján az ország műtrágyaigényének eltérő scenáriókban való szabatos becslését.

A tábláról lehetőség szerint minden korábbi információt össze kell gyűjteni (korábbi talajtérképek, korábbi talajmintavételi térképek, korábbi talajvizsgálati eredmények, korábbi táblatorzskönyvi adatok, jelenlegi MEPAR térkép, jelenlegi talajmintavételi térképek, talajvizsgálati eredmények, jelenlegi táblatorzskönyvi adatok, stb.).

Az MTA TAKI és az MTA MGKI szakemberei, elvégezve az utóbbi 40 év hazai szabadföldi trágyázási tartamkísérleti eredmények szintézisét, létrehozták a mai kor követelményeihez maximálisan igazodó új, költség- és környezetkímélő trágyázási szaktanácsadási rendszerüket. A rendszerrel a gazdák érdekeit kívánták szolgálni: csak ott, és annyi műtrágyát kijuttatni (de annyit viszont igen!), amennyit az adott évi növény gazdaságos terméstebblettel meghálál. A rendszer a Nemzetközi Foszfór Intézet (IMPHOS) finanszírozásában, 3 jellegzetes hazai talajon (barna erdőtalaj, Balatonszentgyörgy; csernozjom, Nagyhörccsök; réti talaj, Mezőkövesd) beállított szabadföldi trágyázási kísérletekben őszi búza és kukorica növényeken való tesztelése rendkívül kedvező eredményeket hozott: a MÉM NAK intenzív rendszer („kék könyv”) műtrágya adagjainak 40-60%-ával a MÉM NAK rendszerben kapottal azonos, nagy terméseket eredményeztek új szaktanácsadási rendszerünk ajánlásai (1. és 2. ábra).



1. ábra. A különböző trágyázási szaktanácsadási rendszerek NPK adagjai, a szemertermés mennyiségek és a jövedelmi viszonyok a 2004. évi három őszi búza IMPHOS kísérlet átlagában



2. ábra. A különböző trágyázási szaktanácsadási rendszerek NPK adagjai, a szemertermés mennyiségek és a jövedelmi viszonyok a 2005. évi három kukorica IMPHOS kísérlet átlagában

AZ ARBUSZKULÁRIS MIKORRHIZA MEZŐGAZDASÁGI ÉS KÖRNYEZETVÉDELMI ALKALMAZÁSÁVAL ILL. AZZAL KAPCSOLATOS ALAP- ÉS ALKALMAZOTT KUTATÁSOK

Hazánk egyik legnagyobb természeti kincse a talaja. A talajok minőségének megállapításánál egyre nagyobb hangsúlyt kap a talaj mikroorganizmusok közösségének sokfélesége és működőképessége. A legtöbb szárazföldi növény, köztük mezőgazdasági növényeink nagy része kölcsönösen előnyös szimbiózist képez AM gombákkal. A növények gyökerében élő AM gombák a növények táplálkozását, ellenállóképességét a tápanyagok felvételére, a gyökerek növekedésére és morfológiájára, tápanyagfelvételi mechanizmusára, továbbá a növények különböző élettani és fejlődési folyamataira gyakorolt direkt és indirekt hatásuk révén képesek befolyásolni.

Az MTA TAKI Talajbiológiai és Biokémiai osztályán 1989 óta folynak *arbuszkuláris mikorrhiza (AM) gombákkal* kapcsolatos kutatások. *Kutatásaik elsősorban az AM gombák mezőgazdasági és környezetvédelmi alkalmazásának lehetőségeivel foglalkozó alap- és alkalmazott kutatási területekre terjednek ki.*

Az elmúlt évtizedek intenzív ipari és mezőgazdasági tevékenysége révén nagy mennyiségű, az élővilágra ártalmas szerves és szervetlen szennyező került talajainkba. Az egyoldalú növénytermesztés, a túlzott mezőgazdasági művelés, műtrágyázás és növényvédőszeres használata a talajok AM gomba közösségének elszegényesedéséhez vezetett. A talajok magas nehézfém koncentrációja toxikusan hat a talaj mikroorganizmusokra, baktériumokra, gombákra magasabb rendű szervezetekre egyaránt. A hagyományos remediációs technológiák, kármentesítési eljárások mellett, hogy költségesek, legtöbb esetben nem orvosolják teljes egészében a problémát. A feltalaj sérül, a növények számára nélkülözhetetlen rhizoszféra mikroflóra működésképtelen és tápanyagellátás is akadozik. Szükség van olyan **környezetkímélő technológiák, eljárások** kidolgozására, mellyel **a nehézfémek által okozott károk mellékhatásoktól mentesen, a talajélet és termékenység további károsítása nélkül mérsékelhetők ill. szüntethetők meg.**

A fitoremediációs eljárások körében az új utak egyike lehet a növények és gombák mutualista szimbiózisának, a mikorrhizának az alkalmazása. Külfejtésű szén- vagy ércbányászat esetén a növényvegetáció és a mikrobák közössége, (köztük a mikorrhiza gombák) megsemmisül, a talaj elszennyeződhet, szerkezete megváltozik, tömörödés következtében csökken a vízáteresztő képessége. A talajszennyezők elsősorban fémek feldúsulása mellett a meddők felszínre kerülésével csökken a felvehető tápanyagok mennyisége. A szennyezett területek helyreállítása során alapvető probléma az erózió és kiporzás megszüntetése. A bennszülött AM-gombák szaporodásának elősegítése mikotróf fajok ültetésével ill. AM gomba oltóanyagok alkalmazása elősegítheti a telepített növények túlélését (stressztolerancia) ill. növeli más fajok betelepülési esélyét, szukcessziós folyamatok sebességét. AM gomba hifákkal fertőzött növények dús gyökérzete, a talajt behálózó hifa szövetek csökkentik a kiporzás veszélyét. A talajok szennyezettségétől függően a növényi fémfelvétel fokozásával (fitoextrakció) vagy annak csökkentésével (fitostabilizáció) a fitoremediációs technológiának megfelelő fémtoleráns, szelektált AM gombák alkalmazásával a talajok nehézfémmentesítése fokozható ill. a szennyezők táplálékláncba jutásának kockázata csökkenthető.

A fitoremediációs módszerek hatékonyságának fokozása érdekében MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézetében több mint 10 éve folynak kutatások. Ezen kutatások alapját az eltérő geológiai szintekből származó hányóföldek rekultivációja során betelepülő AM gombák vizsgálatai képezték. Az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok által támogatott pályázatok és nemzetközi együttműködések keretein belül számos növény, AM gomba és azok párosításának vizsgálatán keresztül kidolgozták szelektált, fémtoleráns AM gomba törzsek és oltóanyagok előállításának módszertanát. Vizsgálták az AM gombák szerepét a növényi fémtoleranciában és a gyakorlat számára is alkalmas AM gombatorzseket

állítottak elő. Fitostabilizációs célból fűfélék családjába tartozó növényfajok fémfelvételét csökkentették inokulációval. Igazolták az AM gombák fászszerű növények stressztoleranciájában betöltött jelentős szerepét. Nehézfémekkel szennyezett és nem szennyezett talajokban AM gomba kolonizációjának összehasonlító vizsgálatát végezték fémek kivonására alkalmas, szelektált nemesnyár klónok gyökerében. Az átültetés és talajszennyezés okozta stresszt azok a klónok élték túl, amelyek gyökerében AM gombák jelenléte kimutatható volt. A nehézfémekkel szennyezett talajban a gazdanövény stressz tűrőképességét a bennszülött AM gombák gyökerbeni jelenléte növelte.

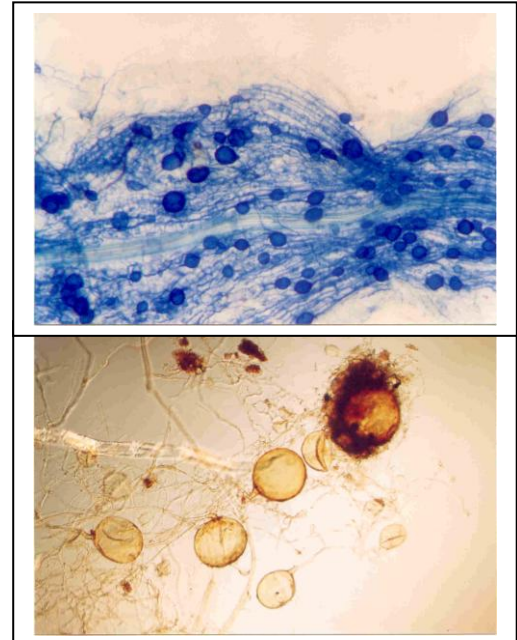
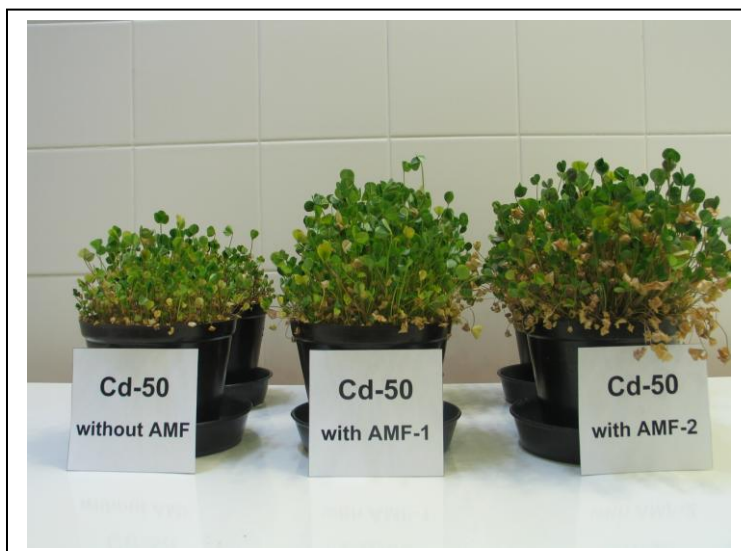
A Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Programok (NKFP) „Komplex és hatékony bioremediációs technológiák kifejlesztése szennyezett talajok kármentesítésére” c. pályázat keretében a nehézfémekkel szennyezett talajok kezelésére alkalmazható biotechnológiai eljárás kidolgozása állt kutatásaik középpontjában. A fémszennyezést toleráló AM gombák és növényfajok együttes alkalmazása olyan környezetkímélő biológiai módszer, technológia elem, mellyel a nehézfémek által okozott károk *mellékhatásoktól mentesen, a talajélet és termékenység fokozása mellett* mérsékelhetők ill. szüntethetők meg. Szelektált, fémtoleráns AM gombatorzsekből előállított oltóanyagok szabadföldi alkalmazása a fitostabilizációs eljárás hatékonyságát növelte. Az AM gombaoltóanyagok használatával csökkent a növényi fémfelvétel és ezáltal a toxikus fémek tápanyaglácba jutásának kockázata. Az AM gomba oltóanyagok és a lignit együttes alkalmazásával egy olyan eljárást fejlesztettek ki, amely a hagyományos eljárásokhoz képest olcsó, minimális környezeti kockázattal jár és az alkalmazás a szennyezett feltalajban történik.

Az AM gomba oltóanyagok gyakorlati alkalmazásának lehetőségei mellett az MTA TAKI kutatói az AM gombák rendszertani vizsgálatai révén a hazai mikológiai kutatásokban is hiánypótló munkát végeznek. Felmérik a leggyakoribb hazai talajokban a bennszülött AM gombák közösségének fajösszetételét. AM gombaspóra preparátumokból és izolátumokból herbáriumot készítenek. Torzseket tartanak fenn további kutatások, alkalmazások céljából. Az elmúlt években számos Magyarországra új AM gombafajt írtak le. Új módszereket dolgoztak ki kis- és nagyleptékű oltóanyag előállítás céljából. Az AM gombák növények ásványos táplálkozásában betöltött szerepe még számos ponton feltárássra váró terület. Tenyészedény és szabadföldi kísérletekben vizsgálják a talaj nitrogén és foszfor ellátásának, szántóföldi növények mikorrhiza függésének, az AM gombák gyökékolonizációjának viszonyát és időbeni alakulását. Talajunt gyümölcsösök fájainak újratelepítésénél AM gomba oltóanyagok előállításával és leghatékonyabban működő gombák szelekciójával módszert dolgoztak ki a kiültetési veszteség csökkentése érdekében. A Balaton vízgyűjtőterületén belül kijelölt, mezőgazdasági ökoszisztémát reprezentáló mintaterületeken vizsgálták a talajok foszforterhelésének enyhítése céljából az AM gomba oltóanyaggal történő oltás hatását a szimbiotikus növénypartner elsősorban foszfor és egyéb makro-, mikroelemek felvételére.

Az AM gombák és gazdanövényeik közti együttélés tanulmányozása, a kapott eredmények felhasználhatóvá tétele a gyakorlat számára fontos feladatunk. A növények irányított mikorrhizációjának alkalmazhatósága sem a környezetvédelemben, sem pedig a környezetkímélő és fenntartható agrár termelésben nem elhanyagolható. Az irányított mikorrhizáció gazdaságos, a környezetvédelem és mezőgazdaság számos területén alkalmazható költségtakarékos, környezetkímélő biológiai eljárás ill. eljárások fontos eleme lehet. A növények és gombák szimbiózisának megismerése az ökoszisztémák szupraindividuális szintű szabályozottságának megértéséhez vezethet. A növények táplálkozásában ellenállóképességének növelésében betöltött pozitív szerepük lehetőségét ad az AM gombák mezőgazdaságban történő gazdaságos felhasználására, a kijuttatott műtrágya, növényvédőszer adagok és egyéb kemikáliák mennyiségének és erdő- vagy gyümölcsös telepítések kapcsán az átültetés okozta veszteség mennyiségének csökkentése révén.



Mikorrhiza gombával fertőzött és nem fertőzött veteménybab és napraforgó. A mikorrhizás növények biomassa produkciója, levelének klorofill-tartartalma nagyobb, a termésképzés korábban történik a nem mikorrhizásakhoz viszonyítva.



A *Glomus mosseae* AM gombatörzsekkel oltott növények a talaj kadmium szennyezésével szemben nagyobb tűrőképességgel rendelkeznek, jobban fejlődnek, mint a nem mikorrhizás növények.

AM gomba képletek, hifák és vezikulumok festett gyökérben. A *Glomus mosseae* talajból izolált spórái.