

## VÁLASZ

### Dr. Veisz Ottó, az MTA doktora opponensi véleményére

Megköszönöm, hogy Opponensem „Mikroalgák biotechnológiai alkalmazása a növénytermesztésben és növényvédelemben című MTA doktori értekezésem bírálatát elvállalta és véleményében az értekezés értékeinek megemlítése mellett megfogalmazta részletes kritikai észrevételeit és kérdéseit. Az értekezéssel kapcsolatos pozitív megállapításokat hálásan köszönöm, a megjegyzésekre és a kérdésekre pedig az alábbiakban válaszolok.

#### *Az értekezés szerkesztése*

Az értekezés szokatlan szerkesztési módját azért választottam, mert ez megkönnyítette a négy, egyenként is multidiszciplináris kutatási terület közérthető leírását. Fő szempont azonban az volt, hogy az olvasó az érdeklődési körének megfelelő fejezet áttanulmányozásával teljes képet kapjon az adott témakőről anélkül, hogy az őt egyáltalán nem érdeklő fejezeteket is átolvasná.

Ez a szerkesztési mód sajnálatos módon bizonyos ismétlésekkel járt, nevezetesen az új tudományos eredmények és a kutatási jövőkép emiatt valóban kétszer szerepel a disszertációban. Egyrészt a fejezetek önálló érthetősége másrészt a teljes kutatási munka új eredményeinek egy helyen történő bemutatása ezt szükségessé tette. Mindazonáltal örülök annak, hogy értekezésem Bírálója ezt elfogadva így fogalmazott: „Mindez ... nem befolyásolja a ... leírtak tudományos értékét.”.

Opponensem véleménye azt sugallta számomra, hogy a mellékletek táblázatai akár a szövegbe is beilleszthetőek lettek volna. Úgy véltem azonban, hogy a mellékletek táblázatainak beillesztése a szövegbe részint átfedést jelentett volna, részint pedig elvonta volna az olvasó figyelmét a lényegről. A melléklet táblázatai ugyanis részletes adatokat tartalmaznak, amelyeket összesített formában ábraként, vagy a kiemelten fontos adatokat táblázatokban bemutattam a szövegben.

#### *A Mosonmagyaróvári Algagyűjtemény*

Az MACC létrehozását a Thallia Pharmaceuticals francia gyógyszerkutató cég (időközben megszűnt) 1993-tól három éven át támogatta és elvárta, hogy a gyűjtemény különös helyekről gyűjtött, saját izolálású, unikális alगतörzsekből álljon és/vagy olyan törzsekből, amelyek a „nyugati világ” számára nem, vagy alig hozzáférhetőek.

Így került sor alगतörzsek izolálására a korábbi tartós kiküldetésem során Braziliában gyűjtött talajmintákból. A minták többségét a Sao Paulo – Foz do Iguaco – Cuiaba – Brasilia (főváros) – Recife – Salvador – Rio de Janeiro városokat érintő, mintegy ötezer kilométeres útvonal mentén gyűjtöttem változatos helyeken, például szántóföldeken, halastavak partján, kiszáradt tározók területén, benzinkutaknál talált olajfolton és egyéb különös élőhelyen. Szerbiában, talajokból izolált, többnyire vegyes, két-három cianobaktérium fajtából álló tenyészeteket szereztünk be, amelyekből hosszantartó munkával tudtunk egyfaj-tenyészeteket készíteni. A Balaton Felvidék talajaiból 1999-ben és 2000-ben Lepossa Anita, PhD-hallgatóm izolált mikroalgákat.

A „nyugati világ” számára akkor nem hozzáférhető gyűjteményeknek számítottak, egyebek között, az ukrán és orosz gyűjtemények. Ezek egy része ma már senki számára sem hozzáférhető, mert már megszűntek a fenntartási költségek hiánya miatt.

Egyetérttek Opponensemvel abban, hogy szerencsésebb lett volna az MACC törzseivel hazai és nemzetközi együttműködések keretében végzett munkát önálló fejezetként leírni és nem az eredmények részeként. Ugyanakkor, bár nem kutatási, de mégis eredmény, mert az MACC létrehozása miatt kaptunk meghívást több projektben való részvételre, vagy éppen mi kezdeményeztük projektek indítását, amelyek új tudományos eredményekhez vezettek.

#### *Mikroalgák növényi hormontermelése*

A hormonvizsgálatoknál egyes ábrákon nem tudtuk megjeleníteni az átlagtól való eltéréseket, amelyeket ezért – ahol számítottuk – a mellékletek táblázataiban tüntettünk fel. Az összes hormonkísérletben legalább 3 lombikban szaporodott algatenyészetet szüreteltünk és öntöttünk össze átlagmintát készítve a kémiai vizsgálatokhoz. Ezekből a mintákból történt legalább két kémiai mérés eredményének az átlagát, több mérés esetén pedig az átlagtól való eltérést is feltüntettük. További statisztikai értékelésre ismétlések hiányában nem volt lehetőség, megelégedtünk a tendenciák megfigyelésével.

#### *Mikroalgák hatása növénypatogén gombákra*

Az MACC létrehozását támogató francia gyógyszerkutató cég igényei miatt kezdetben voltak a kiválasztott növénypatogének között baktériumok is, de biológiai hatásosság hiányában a további szűrést a gombabetegségekre szűkítettük. Növénykórtanos kollégákkal történt egyeztetés alapján választottunk a gazdaságilag fontos gombabetegségeik közül a változatosságot is figyelembe véve. A kórokozók számának a meghatározásánál a gyors elvégezhetőség volt a szempont. Nem szerettünk volna „óriáskísérleteket” végrehajtani.

A gombabetegségeik elleni szűrés célja hatásos mikroalga törzsek kiválasztása volt abban a reményben, hogy az eredmények birtokában pályázati vagy vállalkozói pénzekhez jutunk szabadföldi kísérletek végzéséhez. Reményeink valóra váltak, egy EU-FP7 projekt keretében a szőlő peronoszpóra és botrytis elleni hatást vizsgáltuk több ország részvételével. A jövőben is várjuk és keressük a támogatókat a szabadföldi kísérletek folytatásához.

#### *Repellens hatású mikroalgák*

A rovarrepellens hatás alapjának a felismerése, vagyis annak felismerése és megerősítése, hogy a cianobaktériumok szaganyagok okozzák a repellens, vagy éppen attraktáns hatást új utat nyit a mikroalga biotechnológia alkalmazásában a rovarok elleni védekezésben. A kiválasztott cianobaktérium (tömeg)termesztésének megoldására van szükség a káposzta gyökérlégy elleni védekezés bevezetéséhez kiskertekben. Nagyüzemi felhasználásnál van még néhány nyitott kérdés, például mi történik a kezelt tábláról elriasztott legyekkel; hogyan lehet megakadályozni, hogy a szomszédos, kezeletlen káposztaföldön rakják le tojásaikat? További rovarkártevők elleni védekezés kidolgozása és gyakorlati alkalmazása majdnem rutin feladat. A kérdés ismét az, hogy ki fogja tömeg termeszteni a hatásos cianobaktériumot? A bioüzemanyag termelés mikroalgákkal kutatási téma egyre több olcsó alga tömegtermesztő berendezés kifejlesztéséhez vezetett, de a jelentős beruházási és üzemeltetési költség és a speciális szaktudás igénye nem ösztönzi a vállalkozókat az algák tömegtermesztésére.

## Válasz az Opponensi kérdésekre

- **A vizsgált 9 növénypatogén gomba közül melyekkel szemben van a legnagyobb esély hatásosan védekezni mikroalgák alkalmazásával?**

A *Fusarium graminearum* és a *Sclerotinia sclerotiorum* ellen csupán egy-egy hatásos mikroalga törzset találtunk, ezért ezek kivételével a többi vizsgált gombabetegség ellen feltehetően jó eséllyel tudunk védekezni a gyakorlatban. Az értekezés **4.4. táblázatában** felsoroltam az egyes gombabetegségekre hatásos törzsek számát, ezek között van olyan, amelyikre 11, 5, 4, 3 vagy 2 mikroalga törzs hat. Nagyobb találati aránynál természetesen nagyobb az esély a sikeres gyakorlati alkalmazásra. A szabadföldi kísérletek megkezdésének feltétele az, hogy a gazdának legyen igénye adott gombabetegség elleni védekezésre mikroalgákkal és legyen pénzforrás a kísérletek elvégzéséhez. Tapasztalatunk szerint a fungicid hatásúnak bizonyult mikroalga törzsek között nagy valószínűséggel találunk az eddig még nem vizsgált gombabetegségek ellen is hatásos törzset.

- **A növénypatogén gombák elleni védekezésben a gyakorlati felhasználhatóság szempontjából a cianobaktériumokat, vagy az eukarióta algákat tartja alkalmasabbnak?**

A biológiai hatásosságot tekintve a cianobaktériumok között nagyobb eséllyel találunk fungicid hatású törzset (20%), mint az eukarióta mikroalgák között (5%). Ha a hatásos cianobaktérium nem tapad a tömegtermesztő berendezés falára és nem csomók vagy lemezek alakjában szaporodik, hanem homogén szuszpenziót alkot, valamint gyorsan szaporodik és jelentős sűrűségű biomasszát ad a termesztési időszak végén, akkor kiváló biofungicid jelölt. A homogén és kiváló szaporodásra azonban cianobaktériumoknál sokkal kisebb az esély, mint az eukarióta algáknál.

Ideális megoldás lenne fungicid hatású eukarióta mikroalga kiválasztása, amely nagy valószínűséggel gyorsan szaporodik és nagy végső biomasszát termel.

- **Mennyi időre van szükség arra (feltételezve, hogy a szükséges anyagi források rendelkezésre állnak), hogy a MACC törzsekből a gyakorlatban hatékonyan használható készítmény álljon a gazdák rendelkezésére?**

A peronoszpóra és a botrytis ellen új Horizon 2020 pályázat beadását tervezzük a korábbi EU-FP7 projektben résztvevő partnereinkkel. A termékek iránt leginkább érdeklődő német vállalkozás szeretné mielőbb, de legkésőbb 2 év múlva piacra vinni mindkét terméket. Ez attól függ, hogy sikerül-e a korábbi biztató szabadföldi eredményeket teljes mértékben igazolni és lesz-e olyan vállalkozó, aki termelni fogja az algákat a termékek előállításához. A további „esélyes” biofungicid algák termékként történő megjelenéséhez véleményem szerint 3-4 évre van szükség.

Ismételten megköszönöm Dr. Veisz Ottó, az MTA doktora opponensi véleményét. Kérem válaszaim elfogadását és véleményének fenntartását, amely szerint támogatja értekezésem elfogadását és az MTA Doktora cím odaítélését.

Mosonmagyaróvár, 2015. augusztus 17.

Ördög Vince