

## Opponensi vélemény

Dr. Pogány Miklós

### Nekrotróf és hemibiotróf gombakórokozók kölcsönhatásai modell- és haszonnövényekkel

című MTA doktori értekezéséről

Pogány Miklós MTA doktori értekezésének témaköre nagyon fontos, hiszen a gombakórokozók jelentősen csökkentik a haszonnövények termésének mennyiségét és minőségét. Dolgozatában az élelmiszer-ellátás és a takarmányozás szempontjából meghatározó szerepű két szántóföldi növény, a búza és az árpa, valamint a kertészeti szempontból jelentős szőlő stresszválaszát tanulmányozta. A nektrózist okozó gombákkal szembeni védekezési folyamatok biokémiai és molekuláris biológiai hátterének felderítéshez két modellnövényt, az *Arabidopsis*-t és a dohányt is bevonta kísérleteibe. A Jelölt témaválasztása mind elméleti, mind gyakorlati szempontból időszerűnek tekinthető.

A Jelölt kiváló hazai és külföldi kutatócsoportokkal együttműködve színvonalas kutatómunkát végzett, melyről rangos nemzetközi tudományos folyóiratokban megjelent közleményei is tanúskodnak. Nagyra értékelem az elért eredményeit, ezért említem előljáróban, hogy a bírálói szerepben a disszertációval kapcsolatban tett észrevételeim nem befolyásolják érdemben a kutatómunkájának egészét érintő pozitív véleményemet.

Pogány Miklós MTA doktori értekezése 127 számozott oldalból áll, melyben a következő fejezetek szerepelnek: 4 oldal Tartalomjegyzék, 2 oldal Bevezetés, 12 oldal Irodalmi áttekintés, 8 oldal Anyag és módszer, 65 oldal Eredmények, 5 oldal Összefoglalás, tézispontok, 1 oldal Köszönetnyilvánítás, 20 oldal Irodalmi hivatkozások és végül 10 oldal Melléklet zárja a dolgozatot. A szöveges részt 41 ábra és 3 táblázat egészíti ki.

Néhány kritikai észrevételt meg kell említenem a dolgozat felépítésével és a szerkesztéssel kapcsolatban. Mivel a dolgozatban számos rövidítés szerepel, hasznos lett volna a rövidítéseket egy jegyzékben is megadni. Az alfejezetek címeiben nem kellett volna rövidítést használni (ROS). A tudományos közleményekből átemelt egyes táblázatok és ábrák feliratait néhány esetben elmosodottak és nehezem olvashatók (1. táblázat, 12-15. ábra). Szerencsésebbnek tartottam volna a magyar nyelvű értekezésben a magyar ábrafeliratokat.

A Bevezetés az értekezéshez kapcsolódó módszertani háttér fejlődését szépen bemutatja és felsorolja a Jelöltnek a dolgozat alapjául szolgáló tudományos közleményeit. Az elején lehetne egy-két bekezdés a nektrózist okozó gombák és a haszonnövények kölcsönhatásairól és a modellnövények fontosságáról e folyamatok tanulmányozásában.

Az Irodalmi áttekintés szemléletesen mutatja be a kórokozó gombák és a növények kölcsönhatásával kapcsolatos korábbi eredményeket. Azonban hiányoltam a reaktív oxigénformáknak és az antioxidánsoknak a kórokozó gombák elleni növényi védekezésben

betöltött szerepét bemutató alfejezetet. A hormonok esetében volt ilyen fejezet. A redox rendszer és a hormonok gombafertőzésekre adott növényi válaszból betöltött szerepének jobb megértését nagyban segítette volna néhány összefoglaló ábra. Bár az egyik kísérleti rendszer a hidegedzéssel foglalkozik, az Irodalmi áttekintésből ez a téma kimaradt. Az Eredmények 4.2. alfejezetének első két bekezdése inkább ehhez a hiányzó fejezethez tartozik. A külföldi szerzők mellett hivatkozni kellett volna Sutka József és Galiba Gábor Martonvásáron végzett, nemzetközi szinten is elismert munkájára. A 13. oldalon a kórokozó gombák 7. alcsoportjának a bemutatása hiányzik.

Az Anyag és módszer fejezet vázlatosan mutatja be az öt kísérleti rendszert (növények, kórokozók, koncepciók), melyek eredményei alapján a dolgozat készült. Nem tér ki az alkalmazott sokrétű és komplex molekuláris biológiai, analitikai, mikroszkópos, bioinformatikai és mikrobiológiai módszerek technikai részleteire, hanem hivatkozik az értekezés alapjául szolgáló tudományos közleményekre.

Az Eredmények fejezet címe félrevezető, mivel abban nem csak az eredmények bemutatására, hanem azok megvitatására is sor kerül. A tárgyalt öt kísérleti rendszer között az jelenti az összekötő kapcsot, hogy mindegyik a szöveti nekrozist okozó gombák kórformáinak vizsgálatára irányul. Ennek ellenére szerteágazó kutatási irányokat képviselnek, ezért indokolt az egyes eredmények különálló, a bemutatásukat követő megvitatása. A kísérleti rendszerek alkalmasak voltak az ok-okozati összefüggések feltárására, melyeket a Jelölt szemléletesen mutat be. A transzkriptom-elemzés alapján jó érzékkel kerültek kiválasztásra a kórokozó gomba és a növény közti kapcsolatban jelentős szerepet játszó gének. Az alfejezetek elején az egyes témák rövidebb bemutatása is elég lett volna, a bevezető bekezdések egy része inkább az Irodalmi áttekintéshez vagy az Anyag és módszerhez tartozik.

Az „*Extracelluláris oxidatív robbanás szerepe nekrotrof gombakórokozó fertőzése során Arabidopsisban*” című alfejezetben az extracelluláris ROS legfontosabb forrásaiként szolgáló NADPH-oxidázok, sejtfal peroxidázok és poliamin-oxidázok génjeinek expressziós változásait jó lett volna azonos inokulálási idők után összehasonlítani, és megvitatni azok lehetséges hatását az enzimaktivitásokra. Az *rbohD* mutánsban 12 gén transzkripciója (többek közt *wrky*, *GST*) tért el szignifikánsan a vad típusú növényekben tapasztalt értéktől, de nem ezen eredmények alapján választották ki az RBOHD fehérje 11 perspektívus kölcsönható partnerét az adatbázisból. Melyek voltak a kiválasztás szempontjai (44. oldal)?

A „Furmint szőlő aszúsodásának transzkriptom szintű vizsgálata” című alfejezetben megemlíti a Jelölt, hogy az aszkorbát-glutation ciklus enzimeit mRNS szinten nem mutatnak változást Furmint aszúsodása közben. Van-e irodalmi adat a folyamatnak az enzimek aktivitására kifejtett hatásáról?

Az „Összefoglalás, tézispontok” fejezetben jobb lett volna az „Eredmények” fejezet felépítésének megfelelően, az öt kísérleti rendszer bemutatásának sorrendjében külön bekezdésekben összefoglalni azok legfontosabb megfigyeléseit és az azokból levonható következtetéseket. A „Hidegedzés, oxidatív stressz és egy nekrotrof kórformát kereszttolerancia viszonyainak vizsgálata kalászos gabonafajokban” alfejezet eredményeinek rövid ismertetése kimaradt az összefoglalásból.

A tézispontokban megfogalmazott eredményeket elfogadom a Jelölt új tudományos eredményeinek. Felsorolásukat a kísérleti rendszerek bemutatásának megfelelően (a 7. és a 6. pont kerül a felsorolás végére), az első két pont összevonásával a következőképpen javaslom:

- 1) Az RBOHD NADPH-oxidáz és a PRX33 és PRX34 sejtfa peroxidázok egyaránt hozzájárulnak a nekrotrof *Alternaria brassicicola* fertőzése nyomán fellépő oxidatív robbanáshoz *Arabidopsis* növények leveleinek sejtközi járataiban, és működésük segíti a nekrotrof gomba kolonizációját.
- 2) Az RBOHD által termelt reaktív oxigén származékok (ROS) gátolják, a PRX33/34 peroxidázok által termelt ROS viszont fokozzák a gomba által okozott sejthalál folyamatot.
- 3) Az RBOHD az etilénnel, a szalicilsavval és az ERECTA Ser/Thr protein kinázzal kölcsönhatásban fejt ki a sejthalál szabályozásában betöltött szerepét.
- 4) A hidegedzés fokozza a gabonafélék ellenállóságát a különböző oxidatív stresszt okozó kémiai kezelésekkel és a nekrotrof *Pyrenophora teres f. teres* gombakórokozóval szemben.
- 5) Furmint szőlő aszúsodása során az abszcizinsav mennyisége és az abszcizinsavhoz köthető növényi gének transzkripciója már a nemesrothadás korai szakaszában jelentősen megemelkedik, ezért az abszcizinsav feltehetőleg fontos szereppel bír az aszúsodás kialakulásában.
- 6) Több redox állapothoz köthető, illetve redox szabályozott szőlőgén aktiválódik a Furmint aszúsodása során.
- 7) Több szürke- és nemesrothadás elkülönítésére alkalmas illékony szerves komponens képződik a Furmint szőlőbogyókból.
- 8) A *Nicotiana benthamiana* a hemibiotrof gombakórokozó *Cercospora nicotianae* gazdanövénye, és ez a növény-gomba kölcsönhatás molekuláris növénykórtani kutatások céljára használható új modellrendszer.

A 2. melléklet 5 oldalas táblázatánál a táblázat fejlécét minden oldalon meg kellett volna ismételni, a táblázat számát is ki kellett volna írni és megemlíteni, hogy ez egy folytatás.

A 19 oldalas tézisfüzet szemléletesen összegzi az értekezést.

Az értekezéshez kapcsolódó kérdéseim:


Alakulhatnak-e ki a reaktív oxigén-származékok eltérő mértékű képződése miatt koncentrációgradiensek a sejtekben és a szövetekben a kórokozó gomba és a növény kölcsönhatása során és ezeknek mi lehet a szerepe?

Hogy vehetnek részt a kis RNS-ek és az RNS interferencia-mechanizmusok a növényi sejtek kórokozó gombákkal szembeni védekezésében?

Megvalósult-e már a nemesrothadás kontrollált előidézésével kapcsolatos eredmények gyakorlati alkalmazása?

Összefoglalva megállapítható, hogy Pogány Miklós magas színvonalú, önálló tudományos kutatómunkát végzett, melynek során hiteles adatokon alapuló új eredményekkel gazdagította a tudományt. Javaslom a nyilvános vita kitűzését, a mű eredményeinek elfogadását és részére az MTA doktora cím odaítélését.

Martonvásár, 2023. 4. 3.



Dr. Kocsy Gábor  
tudományos osztályvezető, az MTA doktora