

## **Opponensi vélemény**

**Dr. Poór Péter**

### **A szalicilsav által szabályozott növényi védekezési válaszok és az intracelluláris oxidatív stressz vizsgálata**

**című MTA doktori értekezéséről**

Poór Péter MTA doktori értekezésének kutatási témája nagyon fontos, hiszen a különböző abiotikus és biotikus stresszhatások jelentősen csökkentik a haszonnövények termésének mennyiségét és minőségét. Értekezésében a szalicilsavnak a paradicsom védekezési folyamataiban betöltött szerepét, valamint a mitokondriumokban, kloroplasztiszokban és az endoplazmatikus retikulumban bekövetkező oxidatív stresszt vizsgálta. Kísérleteiben kimutatta, milyen szerepet játszik a szalicilsav a kitozán-kezelés által indukált védekezési folyamatokban, a reaktív oxigénformák (továbbiakban ROS) metabolizmusának és a fotoszintézisnek a fényfüggő szabályozásában. Ezenkívül feltárta a hexokinázok szerepét a szalicilsav által indukált mitokondriális ROS-produkcióban, valamint tanulmányozta a szalicilsavnak a ROS-metabolizmusra gyakorolt hatását az endoplazmatikus retikulum stressz során. 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 disszertációval kapcsolatban tett észrevételeim nem befolyásolják érdemben a kutatómunkájának egészét érintő pozitív véleményemet.

Poór Péter MTA doktori értekezése 150 számozott oldalból áll, melyben a következő fejezetek szerepelnek: 2 oldal Tartalomjegyzék, 4 oldal Rövidítések jegyzéke, 2 oldal Bevezetés, 21 oldal Irodalmi áttekintés, 2 oldal Célkitűzések, 18 oldal Anyagok és módszerek, 61 oldal Eredmények, 24 oldal Eredmények értékelése, 5 oldal Összefoglalás, 4 oldal Tézisek, 20 oldal Irodalomjegyzék és végül 1 oldal Köszönetnyilvánítás zárja a dolgozatot. A szöveges részt 45 ábra és 1 táblázat egészíti ki.

A dolgozat logikusan felépített és megfelelően tagolt. Az ábrák általában jól áttekinthetőek és szépen kivitelezettek. A szöveg pontosan megfogalmazott és jól követhető. Nyelvi és gépelési hibát csak elvétve találtam.

A Rövidítések jegyzéke nagy mértékben segíti a dolgozat megértését. Ha angol szavakból származik a rövidítés, ezek zárójelben többnyire magtálalhatók. Néhány esetben azonban hiányzik az angol megfelelő (pl. CM, NahG, NB-LRR, NLR, PEP, Pr, qP). Más esetben pedig a magyar fordítás nincs meg (pl. CPR5, EDS, ERQC, NPR1, NR, RIDD, SÍP, UPR). Egyes rövidítések (GGT, GXP) magyarázata hiányzik a listából.

A Bevezetés szemléletesen mutatja be, miért fontos a környezet-mikrobák-növény kölcsönhatás vizsgálata a növények védekezési válaszánaak jobb megértéséhez. Azt is érzékelteti, hogy a növényi hormonok és reaktív oxigénformák nagyon fontos szerepet játszanak ebben az élettani folyamatban.

Az Irodalmi áttekintés arányos felépítésű és nagyon jól foglalja össze a növények mikrobiális kórokozókkaal szembeni védekezésének alapjait, a napszak és a fény szerepét a növények válaszánaak szabályozásában. Ezen kívül bemutatja a reaktív oxigénformák és a szalicilsav anyagcseréjét és élettani jelentőségét, valamint az utóbbi vegyület hatását a kloroplasztiszokra, mitokondriumokra és endoplazmatikus retikulumra. A fejezet jobb megértését 5 ábra segíti. Bár magyarázatuk érthetően tárja elének az ábrázolt szabályozási folyamatokat, nincs rájuk hivatkozás a szövegben.

A Célkitűzésekből megismerhetjük az 5 fő kísérleti kérdést. Ezeken belül alkérdések utalnak a megoldandó részfeladatokra. A disszertáció címének megfelelően ezek a kérdések a szalicilsav védekezési válaszokban betöltött élettani és biokémiai szerepének tisztázására irányulnak.

Az Anyagok és módszerek fejezet általában olyan részletességgel írja le az alkalmazott élettani, biokémiai és molekuláris biológiai vizsgálatokat, hogy azok a disszertáció alapján megismételhetők. A kísérleti megközelítések sokoldalóak, a növény szervek szintjén végzett elemzésektől a sejtstruktúrákban lezajló folyamatok elemzéséig terjednek. Néhány kisebb hibát vettem észre csupán a fejezetben. A 4.2.3. alfejezetből (34. oldal) hiányzik a 4-fenilvajsavas kezelés hosszának megadása. A 4.13. alfejezetben (43. oldal) a szabályozatlan energia disszipáció kvantumhatásfokának kiszámítását bemutató egyenlet kétszer szerepel.

Az Eredmények fejezetnek ötös sorszámot kellett volna kapnia, és az alfejezetek esetében is megtalálható ez a hiba. A fejezet első bekezdése 12 sorban írja le a kitozán-kezelés kísérletet, mely információ már az Anyagok és módszerek fejezetben is szerepel. Itt elég lett volna 1-2 mondat emlékeztetőként a kísérleti rendszerről. A szalicilsav által szabályozott *SIPRI* gén relatív transzkriptszintjének a kitozán-kezelést követő változásáról érdekes eredményeket mutat be a 6. ábra. Mi lehet annak az oka, hogy a 21 órakor végzett kezelés következtében másnap 9-kor a gén kifejeződése nagymértékben nőtt, míg a 4-kor történt kezelés után az 5-kor megfigyelt átmeneti emelkedést követően a transzkript szintje visszaesett a kontrollban mért értékre? A 6. ábrától a 9. ábráig aránytalan a mért paraméterek nagyságát bemutató oszlopok elhelyezése a grafikonokon belül, mivel a rendelkezésre álló területnek csak egyharmadát foglalják el. A oszlopok kitöltésének magyarázatát lehetett volna nagyobb betűkkel írni. A 0.1 és 1 mM szalicilsavval, fényben és sötétben történt kezelést követően megfigyelt ROS-mennyiség, antioxidáns enzim aktivitás és transzkript-szint közt lehetett volna korrelációs vizsgálatot végezni a paraméterek változásai közt összefüggések kiderítése érdekében (4.2. fejezet). A 35. ábra szerint az  $O_2^-$  mennyisége kontroll körülmények közt a NahG mutánsban a vadtypushoz képest kisebb, a  $H_2O_2$  szintje pedig nagyobb volt. A Tm és a PBA kezeléseek után nem volt ilyen különbség. Mi lehet ennek az oka? A 36. ábrán lehetett volna még a GSH/GSSG arányt is ábrázolni a GSH-függő redox változások szemléltetése céljából.

Az Eredmények értékelése fejezet a kísérletek megfigyelései által alátámasztott következtetéseket tartalmaz. A saját eredményeket megfelelően hasonlítja össze a Jelölt a korábban közölt adatokkal. Felhívja a figyelmet a szakterület megoldatlan tudományos kérdéseire, melyek figyelembevételével a

bemutatott kísérleti munka folytatható. Az eredmények értékelését segítette volna néhány összefoglaló ábra, melyen ki lehetett volna emelni a különböző genotípusokban és kezelések után a védekezési válaszok hasonlóságait és különbségeit. A saját kísérletekben megfigyelték a kitozán sztómányitódást gátló hatását, más kutatók eredményei alapján pedig a kék és a vörös fény serkenti ezt a folyamatot. Van-e irodalmi adat a kitozán és a spektrum együttes hatásának vizsgálatára? A kitozán fényfüggően hatott az  $O_2^-$ -ra viszont a  $H_2O_2$ -ra nem. Van-e irodalmi adat a kitozán más ROS-okra kifejtett lehetséges hatásáról?

Az Összefoglalás jól követhető módon tartalmazza a legfontosabb tudományos eredményeket. Az 5 oldalas fejezetet talán meg lehetett volna fogalmazni egy kicsit rövidebben is.

A Tézisek pontjaiban felsorolt eredményeket elfogadom újként, azonban azokat sokkal tömörebben kellett volna megfogalmazni. A 21 tézispont három és fél oldal terjedelmű. Van olyan tézispont, mely 11 soros. Javaslom a pontok számát 8-10-re, a fejezet hosszát maximum egy oldalra csökkenteni.

A Tézisfüzetet jónak tartom a tézispontok megfogalmazásának módja kivételével, melyre vonatkozó észrevételem az előzőekben említettem. A Tézisfüzet 28 oldalon mutatja be a használt kísérleti rendszereket és az elért eredményeket. A Bevezetés és Célkitűzések után az Anyagok és Módszerek fejezet disszertációhoz képest rövidített változata következik. Az eredmények összefoglalását a disszertációból változatlanul átvett tézispontok követik. Az Irodalomjegyzéket követő listából megtudjuk, hogy az MTA doktori értekezés alapjául 16 referált, nemzetközi folyóiratokban megjelent közlemény szolgál. Ezek közül a Jelölt 7-ben első és 5-ben utolsó szerző. Ezenkívül a PhD-fokozat megszerzése óta 41 közleménye jelent meg, melyek közül 2-ben első, 14-ben pedig utolsó szerző. Így megállapítható, hogy publikációs aktivitása kimagasló.

Az értekezéshez kapcsolódó általános kérdéseim:

Befolyásolhatja-e a növények nevelésekor vagy kezelésekor használt fényspektrum a szalicilsav élettani és biokémiai hatásait?

Részt vesz-e a szinglet oxigén és a hidroxilgyök a szalicilsav által szabályozott növényi védekezési válaszokban?

A kapott eredmények milyen gyakorlati alkalmazási lehetőségek alapjául szolgálhatnak?

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

Martonvásár, 2026. 3. 30.



Dr. Kocsy Gábor  
tudományos osztályvezető

