

Válaszok az akadémiai doktori kapcsán Dr. Halász Júlia kérdéseire

Nagyon hálás vagyok Dr. Halász Júlia akadémiai doktori értekezésem bírálata kapcsán végzett munkájáért és bírálatáért! Köszönöm méltatását és a kutatási téma fontosságának elismerését!

Köszönöm az ábrákra vonatkozó véleményét és a dolgozat részletes bírálatának első elemeként tett észrevételeit a rövidítések kapcsán. Valóban, sajnos nagyon sok rövidítés lett bevezetve, ennek első sorban a molekuláris biológiai folyamatok, a ROS metabolizmus, illetve a fotoszintetikus aktivitás vizsgálata kapcsán használt paraméterek miatt volt szükség. Reméltem, hogy a rövidítések jegyzéke segíthet majd a dolgozat olvasása során.

Köszönöm észrevételét, sajnos a többszöri ellenőrzés ellenére maradtak elütések a szövegben, illetve az eredmények fejezet az anyagok és módszerek fejezethez hasonlóan valóban sajnos a 4-es számozást kapta.

Köszönöm elismerő szavait a módszertan kapcsán, azonban belátom, hogy a még pontosabb kép megalkotásához további vizsgálatokra is szükség lett volna (pl. OH⁻ és ¹O₂ tartalom vizsgálata).

Köszönöm szépen véleményét az eredmények kapcsán is, különösen az egyes sejtganellumok (kloroplasztisz-mitochondrium) vizsgálata kapcsán tett gondolatait! Igyekeztem, hogy minél jobban megismerjük az SA sokrétű hatását ezekre a sejt szervezetre. Meg kell azonban jegyezni, hogy sajnos egy, a legnagyobb (vakuólum) sejtganellum vizsgálata kimaradt eddigi munkánkból, mely kapcsán rendkívül kevés információ áll rendelkezésünkre a mai napig. Remélem a jövőben ennek vizsgálatára is sor kerül!

Köszönöm, egyetértek a véleménnyel, talán a kevesebb és tömörebb tézispont megfogalmazása jobb lett volna. Ugyanakkor az SA sokrétű, többek között koncentráció- és időfüggő hatása miatt – és hogy ezek az információk ne vesszenek el – igyekeztem, hogy szakmailag a lehető legpontosabb állítások legyenek megfogalmazva az általánosságok helyett. Ugyanakkor mivel minden bírálatom soknak találta a tézispontok számát, igyekeztem azt tömörebb formában lerövidíteni az alábbiak szerint:

1. A CHT-kezelés által kiváltott SA-függő védekezési válaszok (SIPR1 expresszió, sztómazáródás és szuperoxid-gyökönion produkció) napszak- és fényfüggést mutattak paradicsomban, míg az UPR-válaszhoz kapcsolódó SIBiP expresszió fénytől függetlenül fokozódott.
2. Az exogén SA kezelések koncentrációfüggően növelték a paradicsomlevelek szabad és teljes SA-tartalmát, valamint fokozták az oxidatív stresszhez kapcsolódó folyamatokat (pl. lipidperoxidáció, ionkieresztés, ROS produkció) normál fotoperióduson, fényben, melyek a sötétben jelentősen kisebb mértékűek vagy változatlanok maradtak, ami az SA-indukált oxidatív stresszfolyamatok fényfüggését igazolja.
3. A letális koncentrációjú SA kezelés fényben fokozta a ROS-metabolizmusban szereplő enzimek aktivitását és több antioxidáns enzim génjének expresszióját (SIRBOH1, SIMnSOD, SICu/ZnSOD, SIKAT1, SIAPX1 és SIAPX2), míg sötétben ezek a hatások csökkentek vagy elmaradtak. Ezzel szemben a KAT enzim aktivitását mindkét SA koncentráció fénytől függetlenül gátolta.
4. Az SA kezelések koncentráció- és fényfüggő módon befolyásolták a fotoszintetikus apparátus működését: letális koncentrációban csökkentették a fotoszintetikus hatékonyságot jelző paramétereket (pl. Y(II) és Y(I)), miközben növelték az energiavesztéssel kapcsolatos értékeket. Az alacsonyabb koncentrációjú SA hatásai főként sötétben voltak kimutathatók, ami az SA fotoszintézisre gyakorolt hatásának fényérzékenységét igazolja.

5. A letális koncentrációjú SA kezelés fényben jelentős ultrastrukturális változásokat idézett elő a kloroplasztiszokban, valamint csökkentette a keményítőtartalmat és növelte az oldható cukrok mennyiségét. Ezek a változások sötétben kisebb mértékben vagy egyáltalán nem jelentkeztek, ami arra utal, hogy az SA által kiváltott kloroplasztisz-károsodás és szénhidrát-anyagcsere változások nagymértékben fényfüggők.

6. A paradicsom HXK aktivitása és az SIHXK gének expressziója levélemelet-, napszak- és fényfüggő változást mutatott, melyben normál fotoperióduson az SIHXK1 és SIHXK4, míg sötétben elsősorban az SIHXK3 játszott meghatározó szerepet. Az SA kezelések ezzel párhuzamosan csökkentették a HXK aktivitást és az SIHXK gének transzkript szintjét, miközben jelentős glükózfelhalmozódást idéztek elő a levelekben.

7. A letális koncentrációjú SA kezelés ultrastrukturális károsodásokat okozott a mitokondriumokban, csökkentette a cyt c szintet, valamint mérsékelte a HXK és COX aktivitást, ami fokozott mtROS- és mtNO-produkcióval társult. A HXK gátlása tovább növelte az mtROS képződését, igazolva, hogy a csökkent mtHXK aktivitás hozzájárulhat az SA-indukált PCD kialakulásához.

8. Az ER stressz és az UPR szabályozásában az SA mellett a JA és az ET is részt vesz, mivel ezek a hormonok fokozzák az SIBiP expresszióját, míg hormonok érzékelésénk hiányában az ER stresszválasz gyengébb maradt. Az SA hiánya a ROS-homeosztázis és a glutation-anyagcsere megváltozásával járt együtt, amit a NahG növények eltérő H₂O₂-, szuperoxid-, GSH- és GSSG-szintjei igazoltak.

9. A Tm-indukált ER stressz fokozta több glutation-metabolizmusban részt vevő enzim aktivitását és gén expresszióját, melyek közül több SA-függő szabályozást mutatott (*SIGR2*, *SIGGT*, *SIGSTT2*). Emellett a PBA kezelés több antioxidáns gén transzkripcióját növelte, ami hozzájárulhat az ER stressz káros hatásainak mérsékléséhez.

10. Izolált kloroplasztiszok felhasználásával igazoltuk, hogy a Tm kezelés csak közvetetten hathat a kloroplasztiszok ROS produkciójára. A Tm kezelés kedvezőtlenül befolyásolta a fotoszintetikus apparátus működését, csökkentve a fotoszintetikus hatékonyságot és növelve a védelmi mechanizmusokhoz kapcsolódó paramétereket. Ezek a változások a NahG növényekben erőteljesebben jelentkeztek, ami alátámasztja az SA védő szerepét az UPR során.

Köszönöm pozitív véleményét, végezetül szeretnék választ adni a dolgozat kapcsán felmerült kérdésekre:

1. „*Hogyan illeszthetők a dolgozatban bemutatott fény- és napszakfüggő szalicilsavválaszok a természetes, változó környezetben működő védekezési stratégiákhoz?*”

Köszönöm kérdését! Feltételezhető, hogy a fény ill. a napszak a patogének érzékelését a receptor-ligand kötés szintjén és a jelátvitel bizonyos fokú aktiválódása szempontjából kevésbé érinti (Saijo és Loo, 2020), habár ismert, hogy a PRR receptorok kifejeződése szintén napi ritmust mutat, ugyanis azok több promóteréhez is képes a CCA1 vagy a LHY kötni és így befolyásolni expressziójukat (Sharma és Bhatt, 2015; Guayazán Palacios és mtsai. 2025). Mindemellett a jelátvitel többi komponense, többek között a dolgozatban bemutatott ROS (Mhamdi és mtsai. 2010), a NO (Lea és mtsai. 2004), valamint a hosszútávú fiziológiai és morfológiai változásokat befolyásoló védelmi hormonok közül az ET és a JA alap szintjének változása is napi ritmust mutat (Finlayson és mtsai. 1998; Karapetyan és Dong, 2018). Szintjük így nem állandó a nap során, ill. a fény jelenléte, erőssége és minősége is befolyásolja mennyiségüket és hatásukat (Gallé és mtsai. 2019). Ugyanakkor hasonló napirítmus a növény-patogéneknél is megfigyelhető, illeszkedve a növények védekezési stratégiáihoz a napszakok során (Santamaría-Hernando és mtsai. 2018). Habár a fény hiánya kedvez egyes növény-

patogéneknek (Moyano és mtsai. 2020), az SA szint növekedését és az általa indukált védekezést gátolja vagy késlelteti (Agrawal és mtsai. 2001; Zeier és mtsai. 2004), ugyanakkor sötétben a más hormonok (pl. JA)-mediálta védekezés aktiválódhat (Díaz-Mendoza és mtsai. 2014). Természetes körülmények között tehát inkább hormon interakciókról kell beszélnünk (Broekgaarden és mtsai. 2015), mintsem egy-egy adott hormon „elszigetelt” hatásáról, melyet sajnos a laboratóriumban jelenleg így tudunk csak vizsgálni. Ezen hormonok szoros kapcsolata és hatása egymásra és más jelátvivőkre (pl. ROS) dönti el végső soron a védekezés vagy sejthalál indukcióját és így a növény sorsát (Bari és Jones, 2009). Természetes körülmények között ezt más abiotikus tényezők is befolyásolják, mint pl. az UV-B sugárzás (Vanhaelewyn és mtsai. 2016), szárazság (Iqbal és mtsai. 2022), hőmérsékleti stressz (Poór és mtsai. 2022), sóstressz (Riyazuddin és mtsai. 2020) vagy nehézfémstressz (Sytar és mtsai. 2019), melyek a felsorolt védekezéssel kapcsolatos hormonokra mind hatnak és befolyásolhatják a patogénnel szembeni védekezés kimenetelét. Emellett fiziológiai és morfológiai szinten is (pl. sejtfalmódosulások, sztómadenzitás változása, trichómák összetételének és denzitásának változása) elősegítik az adott növény akklimatizációját. Az újabb vizsgálatok során számos ko-stressz hatást tárják fel napjainkban (Sato és mtsai. 2024), hogy még pontosabb képet kapjunk egy-egy hormon időbeli és koncentrációbeli kinetikájáról, felfedezve és megismerve szerepüket és megértve a természetes körülmények között lezajló folyamatokat. Sajnos azonban ezek között a kombinációk között még nem annyira gyakori a biotikus stressz vizsgálata, mint csupán a tisztán kombinált abiotikus hatások elemzése.

- Agrawal, G. K., Rakwal, R., & Jwa, N. S. (2001). Differential induction of three pathogenesis-related genes, *PR10*, *PR1b* and *PR5* by the ethylene generator ethephon under light and dark in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings. *Journal of Plant Physiology*, *158*(1), 133-137.
- Bari, R., & Jones, J. D. (2009). Role of plant hormones in plant defence responses. *Plant Molecular Biology*, *69*(4), 473-488.
- Broekgaarden, C., Caarls, L., Vos, I. A., Pieterse, C. M., & Van Wees, S. C. (2015). Ethylene: traffic controller on hormonal crossroads to defense. *Plant Physiology*, *169*(4), 2371-2379.
- Díaz-Mendoza, M., Velasco-Arroyo, B., González-Melendi, P., Martínez, M., & Díaz, I. (2014). C1A cysteine protease–cystatin interactions in leaf senescence. *Journal of Experimental Botany*, *65*(14), 3825-3833.
- Finlayson, S. A., Lee, I. J., & Morgan, P. W. (1998). Phytochrome B and the regulation of circadian ethylene production in sorghum. *Plant Physiology*, *116*(1), 17-25.
- Gallé, Á., Czékus, Z., Bela, K., Horváth, E., Ördög, A., Csiszár, J., & Poór, P. (2019). Plant glutathione transferases and light. *Frontiers in Plant Science*, *9*, 1944.
- Guayazán Palacios, N., Imaizumi, T., & Steinbrener, A. D. (2025). The Circadian Clock Regulates Receptor-Mediated Immune Responses to a Herbivore-Associated Molecular Pattern. *Plant, Cell & Environment*.
- Iqbal, S., Wang, X., Mubeen, I., Kamran, M., Kanwal, I., Díaz, G. A., ... & Fahad, S. (2022). Phytohormones trigger drought tolerance in crop plants: outlook and future perspectives. *Frontiers in Plant Science*, *12*, 799318.
- Karapetyan, S., Dong, X. (2018). Redox and the circadian clock in plant immunity: A balancing act. *Free Radical Biology and Medicine*, *119*, 56-61.
- Lea, U. S., Ten Hoopen, F., Provan, F., Kaiser, W. M., Meyer, C., & Lillo, C. (2004). Mutation of the regulatory phosphorylation site of tobacco nitrate reductase results in high nitrite excretion and NO emission from leaf and root tissue. *Planta*, *219*(1), 59-65.
- Mhamdi, A., Queval, G., Chaouch, S., Vanderauwera, S., Van Breusegem, F., Noctor, G. (2010). Catalase function in plants: a focus on Arabidopsis mutants as stress-mimic models. *Journal of Experimental Botany*, *61*(15), 4197-4220.
- Moyano, L., Lopéz-Fernández, M. P., Carrau, A., Nannini, J. M., Petrocelli, S., Orellano, E. G., & Maldonado, S. (2020). Red light delays programmed cell death in non-host interaction between *Pseudomonas syringae* pv tomato DC3000 and tobacco plants. *Plant Science*, *291*, 110361.
- Poór, P., Nawaz, K., Gupta, R., Ashfaq, F., & Khan, M. I. R. (2022). Ethylene involvement in the regulation of heat stress tolerance in plants. *Plant Cell Reports*, *41*(3), 675-698.
- Riyazuddin, R., Verma, R., Singh, K., Nisha, N., Keisham, M., Bhati, K. K., ... & Gupta, R. (2020). Ethylene: a master regulator of salinity stress tolerance in plants. *Biomolecules*, *10*(6), 959.

- Saijo, Y., & Loo, E. P. I. (2020). Plant immunity in signal integration between biotic and abiotic stress responses. *New Phytologist*, 225(1), 87-104.
- Santamaría-Hernando, S., Rodríguez-Herva, J. J., Martínez-García, P. M., Río-Álvarez, I., González-Melendi, P., Zamorano, J., ... & López-Solanilla, E. (2018). *Pseudomonas syringae* pv. tomato exploits light signals to optimize virulence and colonization of leaves. *Environmental Microbiology*, 20(12), 4261-4280.
- Sato, H., Mizoi, J., Shinozaki, K., & Yamaguchi-Shinozaki, K. (2024). Complex plant responses to drought and heat stress under climate change. *The Plant Journal*, 117(6), 1873-1892.
- Sharma, M., & Bhatt, D. (2015). The circadian clock and defence signalling in plants. *Molecular Plant Pathology*, 16(2), 210-218.
- Sytar, O., Kumari, P., Yadav, S., Brestic, M., & Rastogi, A. (2019). Phytohormone priming: regulator for heavy metal stress in plants. *Journal of Plant Growth Regulation*, 38(2), 739-752.
- Vanhaelewyn, L., Prinsen, E., Van Der Straeten, D., & Vandenbussche, F. (2016). Hormone-controlled UV-B responses in plants. *Journal of Experimental Botany*, 67(15), 4469-4482.
- Zeier, J., Pink, B., Mueller, M. J., & Berger, S. (2004). Light conditions influence specific defence responses in incompatible plant-pathogen interactions: uncoupling systemic resistance from salicylic acid and PR-1 accumulation. *Planta*, 219(4), 673-683.

2. „Véleménye szerint mennyiben tekinthetők általánosíthatóknak a paradicsomon kapott eredmények más C3 növényfajokra?”

Köszönöm kérdését. Tágabb értelenemben a tendenciák nagy valószínűséggel általánosnak tekinthetők, mivel a Földünkön több millió éve feljön és lemegy a Nap, melyhez adaptálódott a növények nagy része. A cirkadián óra említett elemei (CCA1/LHY) azért is fejlődhettek ki (Karapetyan és Dong, 2018), hogy a két napszakhoz igazítsák és optimalizálják a fotoszintézis során nyert energia felhasználását (Zeeman és mtsai. 2004), valamint a növények növekedését és védekezését, melyek sok esetben ellentétes folyamatok (Yazdanbakhsh és mtsai. 2011). Ugyanakkor számos tényező befolyásolhatja ezeket a folyamatokat, mint például az előző kérdésben felsorolt abiotikus tényezők, melyek közül például a meleg elősegíti az NLR receptorok lebontását és csökkenti az endogén SA szintet, végső soron a védezőképességet (Cohen és Leach, 2020; Son és Park, 2022). Emellett például az is jól ismert, hogy az éjszakai sztómazáródás részlegesen megszűnhet bizonyos körülmények között (pl. éjszakai meleg), melyet számos esetben megfigyeltek (Wang és mtsai. 2021; McAusland és mtsai. 2023). Az általánosíthatóságot az is befolyásolja az SA esetében, hogy az alap SA szintek az egyes fajoknál akár 1000x különbségeket is mutathatnak (dohány: 0,1 $\mu\text{g g}^{-1}$ FT, lúdfű: 0,25 $\mu\text{g g}^{-1}$ FT, árpa: 1 $\mu\text{g g}^{-1}$ FT, burgonya: 10 $\mu\text{g g}^{-1}$ FT; rizs: 70 $\mu\text{g g}^{-1}$ FT; Hayat és mtsai. 2010). Sőt, magánál a paradicsom növényeknél is nagy különbségek mérhetők az egyes fajtákban, befolyásolva ellenállásukat az abiotikus vagy biotikus stresszorokkal szemben (Gharbi és mtsai. 2016). Mindezt a napi ritmuson kívül egy adott szervben (pl. levélben) annak életkorán kívül más folyamatok is felboríthatják, mint például a virágzás indukciója, mely szisztemikusan az egész növényben növeli az alap SA szintet (Sah és mtsai. 2021). Ez például nagyban befolyásolhatja az SA jelátvitelén keresztül ható növényvédőszer alkalmazását is. Továbbá maga az SA receptora(i) (NPR1 vs NPR1-3-4), vagy éppen a bioszintézise (PAL vs. ICS) sem tekinthetők általánosnak és egyformának minden C3-as növénynél (Ding és Ding, 2020; Lefevere és mtsai. 2020). Éppen ezért sajnós a kérdésre nem lehet egyértelmű igennel vagy nemmel válaszolni. Többek között az itt felsorolt tények miatt sok az ellentmondás a szakirodalomban az SA kapcsán, de egyben ezért is olyan érdekes, sokrétű és izgalmas, kihívásokkal teli ez a növényi hormon.

- Cohen, S. P., & Leach, J. E. (2020). High temperature-induced plant disease susceptibility: more than the sum of its parts. *Current Opinion in Plant Biology*, 56, 235-241.
- Ding, P., & Ding, Y. (2020). Stories of salicylic acid: a plant defense hormone. *Trends in Plant Science*, 25(6), 549-565.

- Gharbi, E., Martínez, J. P., Benahmed, H., Fauconnier, M. L., Lutts, S., & Quinet, M. (2016). Salicylic acid differently impacts ethylene and polyamine synthesis in the glycophyte *Solanum lycopersicum* and the wild-related halophyte *Solanum chilense* exposed to mild salt stress. *Physiologia Plantarum*, 158(2), 152-167.
- Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M., & Ahmad, A. (2010). Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: a review. *Environmental and Experimental Botany*, 68(1), 14-25.
- Karapetyan, S., Dong, X. (2018). Redox and the circadian clock in plant immunity: A balancing act. *Free Radical Biology and Medicine*, 119, 56-61
- Lefevre, H., Bauters, L., & Gheysen, G. (2020). Salicylic acid biosynthesis in plants. *Frontiers in Plant Science*, 11, 338.
- McAusland, L., Acevedo-Siaca, L. G., Pinto, R. S., Pinto, F., Molero, G., Garatuza-Payan, J., ... & Yopez, E. A. (2023). Night-time warming in the field reduces nocturnal stomatal conductance and grain yield but does not alter daytime physiological responses. *New Phytologist*, 239(5), 1622-1636.
- Shah, K., An, N., Kamanova, S., Chen, L., Jia, P., Zhang, C., ... & Xing, L. (2021). Regulation of flowering time by improving leaf health markers and expansion by salicylic acid treatment: A new approach to induce flowering in *Malus domestica*. *Frontiers in Plant Science*, 12, 65974.
- Son, S., & Park, S. R. (2022). Climate change impedes plant immunity mechanisms. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1032820.
- Wang, Y., Anderegg, W. R., Venturas, M. D., Trugman, A. T., Yu, K., & Frankenberg, C. (2021). Optimization theory explains nighttime stomatal responses. *New Phytologist*, 230(4), 1550-1561.
- Yazdanbakhsh, N., Sulpice, R., Graf, A., Stitt, M., & Fisahn, J. (2011). Circadian control of root elongation and C partitioning in *Arabidopsis thaliana*. *Plant, Cell & Environment*, 34(6), 877-894.
- Zeeman, S. C., Smith, S. M., & Smith, A. M. (2004). The breakdown of starch in leaves. *New Phytologist*, 163(2), 247-261.

3. „A napszakfüggő védekezési válaszok ismerete hogyan hasznosítható a mezőgazdasági gyakorlatban, például az elicitor-alapú növényvédő szerek kijuttatásának időzítésénél?”

Köszönöm kérdését, mely a környezettudatos gondolkodás és a fenntarthatóság miatt sürgető igényként lép fel. Egyes szerek, mint például az SA funkcionális analóg BTH kapcsán is már 24 órán belüli priming hatást írnak le (Patryk és mtsai. 2022). Éppen ezért az SA analóg vagy SA jelátvitelen keresztül ható szerek optimális hatásának elérése céljából a fényszakasz kezdetén történő alkalmazás javasolt, és semmiképpen sem a napszak végén, a sötét periódus elején történő kijuttatás (pl. a méhvédelem miatt; ez azonban a fungicideknél fordítva célszerű). Egy K+F munkánk keretén belül egy olyan terméket vizsgálunk, mely az SA jelátvitelen keresztül hat. Az itt kapott eredmények is igazolják, hogy a permetezést követően egy-hat órán belül lezajlik az az SA által indukált molekuláris biológiai-biokémiai-életteni folyamat a szántóföldön is, mely hosszú távon, hetekkel később a termés mennyiségében és minőségében szignifikánsan jelentkezik, több növényfaj esetében is. Ez azért fontos, mert a kívánt optimális hatás eléréséhez nem mindegy, hogy mikor és hogyan juttatjuk ki a kezelőszert, ill. tudatosítani kellene a gazdáknak, hogy a hasonló szerek már akár pár órán belül hathatnak.

Ha azonban nem a termésfokozást, hanem a minél gyengébb védekezést keressük például gyomok esetében, akkor az irtásuknál használhatjuk ki tudásunkat és optimalizálhatjuk pl. a fotoszintézist gátló herbicidek használatát, ahogy azt két kísérletünkkel is igazoltuk (Czékus és mtsai. 2020; Gallé és mtsai. 2023). Méréseink alapján megállapítható, hogy a hajnal/reggel alkalmazott fotoszintézist gátló gyomirtószerek már kisebb koncentrációban is hatásosabbak, mintha a fényszakasz végén alkalmaznánk őket.

A napszak-okozta hatásokat azonban pl. üvegházi körülmények között speciális hullámhosszú LED-ekkel történő megvilágítással felülírhatjuk, ahogy ezt egy pályázatunk kapcsán vizsgáljuk. Már rövid ideig tartó (15-30 perc), adott hullámhosszú (vörös) fény segítségével fel lehet ugyanis kapcsolni a növények védekezését, így fokozható a növények hajnalban lecsökkent védekezése (Koprivanac és mtsai. 2025; Kukri és mtsai. 2025). Ez olyan

transzkripció és metabolikus változásokat eredményezett, melyek fokozták többek között az SA jelátvitelén keresztül a paradicsom növények ellenállását *Botrytis cinerea* vagy *Pseudomonas syringae* fertőzésekkel szemben. Emellett hosszú távon a paradicsom termékek minőségére is jótékony hatással bírt.

Czékus, Z., Farkas, M., Bakacsy, L., Ördög, A., Gallé, Á., & Poór, P. (2020). Time-dependent effects of bentazon application on the key antioxidant enzymes of soybean and common ragweed. *Sustainability*, 12(9), 3872.

Gallé, Á., Farkas, M., Pelsőczy, A., Czékus, Z., Kukri, A., Dorner, Z., ... & Poór, P. (2023). Contribution of glutathione transferases in the selective and light-dependent effect of flumioxazin on winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and its typical weed common poppy (*Papaver rhoeas* L.). *Agronomy*, 13(8), 2053.

Koprivanacz, P., Kukri, A., Milodanovic, D., Martics, A., Czékus, Z., Gallé, Á., ... & Poór, P. (2025). Red light improved photosynthesis and defence-related metabolism in tomato in a leaf level-dependent manner. *Plant Stress*, 18, No-101104.

Kukri, A., Czékus, Z., Gallé, Á., Szöllősi, R., Nagy, G., Zsindely, N., ... & Poór, P. (2025). Nocturnal red light modulates the ethylene production and the downstream transcriptional networks that control plant defence responses at dawn. *Plant Stress*, 101145.

Patryk, F., Barbara, W., Przemysław, W., Paloma, S. B., Laura, K., Antje, D., & Aleksandra, O. S. (2022). Deciphering of BTH-induced response of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and its effect on plant virus infection through the multi-omics approach. *bioRxiv*, 2022-07.

Végezetül szeretném megköszönni még egyszer Dr. Halász Júlia bírálatát, minden észrevételét és izgalmas szakmai kérdéseit!

Bízom válaszaim elfogadásában és a doktori eljárás további támogatásában!

Köszönettel:

Szeged, 2026. május 8.



Dr. Poór Péter