



Prof. Dr. Erdei László
SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉS
INFORMATIKAI KAR
NÖVÉNYBIOLÓGIAI TANSZÉK
6726 SZEGED.
Közép fasor 52.
Tel.: (62) 546 969
Tel./Fax: (62) 544-307
E-mail: erdei@bio.u-szeged.hu
www.sci.u-szeged.hu/plantphys

Prof. Dr. László Erdei
DEPARTMENT OF PLANT BIOLOGY
FACULTY OF SCIENCE
AND INFORMATICS
UNIVERSITY OF SZEGED
H-6726 SZEGED, Közép fasor 52.
HUNGARY
Phone: +36-62-546-969
Phone/Fax: +36-62-544-307
E-mail: erdei@bio.u-szeged.hu
www.sci.u-szeged.hu/plantphys

BÍRÁLÓI VÉLEMÉNY

Pál Magda:

**„Poliaminok szerepe a stressztűrésben és kapcsolata más
védővegyületekkel gabonanövényekben”**

c. akadémiai doktori értekezéséről

Általános jellemzés

Napjainkban egyre fontosabbnak látszik a növényvilág, szempontunkból elsősorban gazdasági növényeink szélsőségesen változó környezeti hatásokhoz való alkalmazkodásának megértése. E bonyolult mechanizmus első eseménye a környezeti jel érzékelése, majd az összetett jelátviteli hálózaton keresztül az adekvát válaszreakció megadása. Ebben a folyamatban nagyszámú jelátvivő, további lépéseket irányító és átkapcsoló molekula vesz részt, míg a megfelelő gének expresszióján keresztül kialakul a megfelelő biokémiai, fiziológiai és fejlődésélettani, morfológiai változásokban megnyilvánuló válaszreakció. Az ilyen, biotikus vagy abiotikus környezeti stresszhatások által kiváltott jelátviteli folyamatban fontos szerepet játszanak a poliaminok.

Pál Magda akadémiai doktori értekezése a poliaminok sokoldalú szerepét mutatja be, ami a stressztűrés kialakításához az anyagcsere utak, hormonális hatások módosításán keresztül, sokszor nem direkt összefüggésben jön létre. A kép rendkívül bonyolult: többféle stresszor egyedüli, de legtöbbször együttes hatására (ko-stressz) pozitív vagy éppen negatív irányú válaszreakciók jelennek meg, ráadásul növényfajtól, azon belül genotípustól függően is, amelyekben a poliaminok különböző molekulái és formái (szabad, konjugált és kötött putreszcin, spermidin és spermin) és azok katabolikus termékei játszanak szerepet.

Az értekezés **irodalmi áttekintésének** első részében a jelenkori háttértudás jelenik meg egy biotikus stresszor, a liztharmat, majd az abiotikus stressz tényezők, mint a szárazságstressz, a fagypont fölötti alacsony hőmérséklet, a toxikus kadmium, az UV-B sugárzás hatásainak tekintetében. A második rész bemutatja a poliaminok szintézisét és általános, valamint stresszélettani szerepüket, a poliaminok elhelyezkedését a jelátviteli folyamatban és kapcsolatait a stresszválaszok kialakításában szerepet játszó növényi hormonokkal, illetve a stressztűrés kialakításában részt vevő egyéb molekulákkal és rendszerekkel, így például az antioxidáns és redox rendszerek komponenseivel. Az irodalmi bevezetés 20 oldalon, több, mint 300 hivatkozáson keresztül értékeli a vonatkozó tudásanyagot és rávilágít a még vizsgálandó hiányosságokra.

A kutatás célja az említett poliaminok szerepének és fontosságának felderítése a növények stressz tűrőképessége és a válaszreakciók kialakítása szempontjából, az egyes formák hogyan és milyen útvonalakon vesznek részt a jelátvitelben.

Kétféle megközelítést alkalmaz: a kutatások első részében a biotikus és abiotikus stresszorok hatását vizsgálja a poliamin tartalomra nézve az egyes gabonanövényekben, megvizsgálva a korrelációs kapcsolatokat a poliaminok és a többi, stresszválasz kialakításában szereplő vegyületek között, mint a szalicilsav, abszcizinsav, a fitokelatinok és a glutation redox ciklus szereplői között.

A másik megközelítés a külsőleg adagolt poliamin-kezelések hatásának vizsgálata a különböző stressz körülmények között nevelt gabonafélék stressztoleranciájának kialakulásában a fentebb említett kölcsönhatások figyelembe vételével.

Az alkalmazott módszerek messzemenően megfelelnek a kitűzött céloknak, mind a növénynevelés, a kísérleti elrendezés, mind pedig az analitikai és mérési módszerek tekintetében. Jelölt a növények fiziológiai állapotát jellemzi a fotoszintézist egyes paramétereivel, a membránok állapotát a lipidperoxidáció meghatározásával és zsírsav analízissel, az antioxidáns enzimek aktivitásának mérésével, az egyéb védőanyagok mennyiségi analízisével. Végezetül pedig valós idejű PCR-rel végzett génexpresszió vizsgálatokkal mutatja be stressz körülmények között szerepet játszó géneket.

A kísérletekbe vont gabonafajok, fajták, genotípusok sokasága mutatja azt a kettős törekvést, hogy az eredmények egyrészt minél általánosabb érvényűek legyenek, másrészt az eltérő, sőt ellentétes hatásokkal rámutasson a genotípusok specifikusságára. Csak megemlítem, hogy 5 búza, 2 zab, 2 árpa, 5 rizs, 1 kukorica vonal lett kísérletbe vonva (stresszortól függően), tehát a változók száma a kezelések sokrétűségével számolva nehezen áttekinthetően nagy.

Az eredményeket 34 ábrában, melyek maguk is összetett oszlopdiaqrammok, és 11 táblázatban kapjuk kézhez mintegy 55 oldalon keresztül, melyeket függeléként 11 korrelációs táblázat egészít ki. Az eredmények decimális beosztásban, a már fentebb említett két nagy

csoportban kerültek beosztásra. A tömör, korrekt ábrák szerinti leírásokat rendszerint a korrelációs analízis alapján tett megállapítások követik. Az ábrák jól értelmezhetőek, az ábra aláírások teljeseek.

Az eredmények 20 oldalon való megvitatása részletes, az általános decimális beosztásnak megfelelően tagolt. Itt világosan kiderülnek az irodalmi adatokkal szembesített összefüggések, összefoglalásképpen minden alfejezet végén az eredmények alapján levont következtetések.

A diszkussziót 4 oldalas **összefoglalás**, majd a pontokba szedett **új tudományos eredmények** követik.

Az értekezés több, mint **300 irodalmi hivatkozást** tartalmaz.

Az értekezés **Tézisei** tartalmazza a megkívánt fejezeteket, és követi az értekezés szerkezeti felépítését.

Megjegyzések és kérdések

1. UV-B sugárzás. A 19. oldalon idézett Ballaré és mtsai. 2011 közleményben a szárazföldi ökoszisztémát ért UV-B besugárzás kismértékű növekedésgátlást (6% alatt) okozott. Egy 10%-os ózon depléciót feltételezve azonban már jelentős gyökér/hajtás arány változás mutatkozott búzanövények esetében (Barabás és mtsai. /1998/ J. Plant Physiol. 153: 146-153.). Jelen értekezésben az UV-B sugárzás módosító hatásait vizsgálva $430 \mu\text{Watt}/\text{cm}^2$ dózist használtak (33. old.). Milyen alapon választották ezt a dózist, és hogyan viszonyul ez a természetes besugárzáshoz?

2. Anyagok és módszerek. 2. táblázat, mikroelem összetétel. A mikroelem koncentrációk mM-os koncentrációban vannak megadva éppúgy, mint a komplexképző EDTA is. Ha ez a törzsoldat, úgy kellett volna jelölni. Ha a mM helyett μM a helyes forma, akkor ez csak egy egyszerű elírás, és így értendő.

3. Ozmotikus kezelés: a 15%-os PEG-6000 oldat milyen mOsm koncentrációt, ill. vízpotenciált (MPa) jelent?

4. A hidegkezelés hatására bekövetkezett szabad zsírsavösszetételben bekövetkezett változásokat különböző lipid frakciókban mutatta ki (nevezetesen a galaktolipidek és foszfolipid frakciók). Kérdésem, hogy **a lipid típusok összetételében, arányaiban voltak-e változások?** Például a foszfolipidek közül a foszfatidil etanolamin és foszfatidil glicerol esetében változott-e a lipid fajták mennyiségi aránya? Foszfatidil kolin (lecitin) nem volt a membránban?

5. Ismeretes, hogy hidegkezelés hatására az általában alacsony ABA-szintek megemelkednek, ezért nem meglepő, hogy a legalacsonyabb kezdeti ABA-szinttel bíró tavaszi árpa legnagyobb hideg-indukálta ABA-szintet ért el. Ezzel szemben a tavaszi zabfajták nem mutattak ABA-indukciót a hidegkezelésre, és általában a legkisebb változásokat mutatták egyéb paraméterekben is. Mi lehet ennek az oka? Egyéb, ABA-független gének termékeivel akklimatizálódnak?

6. A **korreláció analízis** számos esetben (például a liztharmat-rezisztencia esetében) szoros, szignifikáns korrelációt mutatott a spermidin és spermin szabad és konjugált, a putreszcin konjugált formái és a szalicilsav szintje között, mégis, a végső következtetés az, hogy nem talált összefüggést ezen paraméterek és a liztharmat-rezisztencia között. Mint magyarázatként írja, a poliaminok katabolizmusa következtében megemelkedett ROS (H_2O_2) szintek lennének a felelősek?

Ugyanakkor rizs növényekben a poliaminok mennyisége nem mutatott összefüggést a stressztolerancia mértékével, és a szalicilsav tartalommal sem.

Kérdésem, hogy mely esetekben lehet közvetlen hatásokról beszélni a korrelációs számítások alapján?

7. Általában...

Az értekezés bár gondosan kivitelezett munka, mégis, a növénybiológus olvasót zavarja a helytelenül többször használt **mag** megnevezés a **szemtermés** helyett. Nyilvánvaló, hogy a mag és a termés nem szinonimái egymásnak, a Graminea-knak szemtermése (kariopsis) van.

Szépséghiba a *nem csak... hanem* kifejezés gyakori elírása, a helyes a *nemcsak... hanem* forma helyett. Gyakori a „habár” ismétlése is. Számos betűhiba is származik az elgépelésekből és az automatikus hibajavításból (pl. *mellett* helyett *mellet*).

Új eredmények

1. Búza növényekben a Cd-tolerancia a GSH/fitokelatin metabolizmus intenzitásával van összefüggésben. A szabad és kötött szalicilsav szintén pozitív korrelációban van a fitokelatin-szintáz aktivitásával, ugyanakkor a putreszcin tartalommal is.

2. Rizs növényekben a putreszcin gátolta a fitokelatin szintézist enzimatis és génexpressziós szinten is; a Cd károsító hatását putreszcin előkezelés fokozta, a putreszcin-szintézis gátlása pedig csökkentette.

3. A putreszcin előkezelés védelmet nyújtott az ozmotikus stressz-szel szemben búza és kukorica növényekben. Ugyanakkor a spermidin és spermin koncentrációtól függően káros hatást fejtek ki ezekben a növényekben, a kukorica bizonyult érzékenyebbnek. A putreszcin előkezelés

már kontroll körülmények között is olyan génexpressziós változásokat eredményez, amelyek stressz elleni védekezési folyamatokat indíthatnak el.

4. Kimutatta a búza és a kukorica poliamin metabolizmusának különbözőségét, amennyiben poliamin kezelés hatására a poliaminok terminális katabolizmusa búza esetében inkább a gyökérben, kukorica esetében inkább a levélben megy végbe.

5. Az eredmények azt igazolják, hogy a poliamin–metabolizmusban a poliamin ciklus minden lépése, azok intenzitása, dinamizmusa kulcsfontosságú a válaszreakciók kialakításában, amely függ a stresszor típusától és a növény fajtól, valamint a genotípustól is.

Összegzés

Pál Magda akadémiai doktori értekezése sok hasznos és hasznosítható adatot tartalmaz a poliaminok stresszkörülmények közötti szerepével kapcsolatban. Az értekezés témakörében munkatársaival számos közleményt jelentetett meg IF-os nemzetközi folyóiratokban. A nemzetközi megmérettetés, valamint az jelen értekezés kritikus bírálata után kijelenthető, hogy Pál Magda hiteles adatokkal alátámasztott, eredeti tudományos eredménnyel gyarapította a tudomány szakot, hozzájárult a tudomány továbbfejlődéséhez.

Mindezek alapján Pál Magda akadémiai doktori értekezésének elfogadását, a nyilvános vita kitűzését, és sikeres védés után az MTA Doktora fokozat odaítélését javaslom.

Szeged, 2020. január 16.

Prof. Dr. Erdei László
emeritus professor
a biológiai tud. doktora (az MTA doktora)