



## SZALICILSAV TARTALMÚ TERMÉK HASZNÁLATA ŐSZI BÚZÁBAN

MOLNÁR ZOLTÁN – PERESZLÉNYI KRISZTINA – SZALKA ÉVA  
Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,  
Mosonmagyaróvár

### ÖSSZEFOGLALÁS

A szalicilsav (SA) szerepe már régóta ismert a különböző növénybetegségek elleni rezisztencia folyamatában, így például a kétszikű növényeknél megfigyelhető ún. szisztemikus szerzett rezisztencia (SAR), mint indukálható védelmi mechanizmus kialakulásában. Az elmúlt 30 év során jelentős előrelépés történt a SA anyagcsere megértésében és a növényvédelmi szignál transzdukciós folyamatokban betöltött szerepét illetően, valamint más védelmi mechanizmusokkal való kölcsönhatásban. Azt is megállapították, hogy az SA szerepet játszik az abiotikus stresszorokra, például aszályra, fagyhatásra, nehézfém toxicitásra, magas hőmérsékletre és ozmotikus stresszre adott válaszreakciókban. A jövőben a szalicilsavtartalmú termékek exogén alkalmazása hatékony eszköz lehet a növekedés és a termés fokozására, továbbá a különböző abiotikus stresszorok által kiváltott, a növényekben fellépő káros hatások kivédésére. Kisparcellás szántóföldi kísérletben vizsgáltuk egy szalicilsav tartalmú termék őszi búza terméselemeire (hozam, ezerszemtömeg, HL-tömeg és beltartalmi mutatók) gyakorolt hatását. A kezeléseket a fungicides kontroll mellett a készítmény egyszeri, kétszeri és háromszori kijuttatása jelentette a 2016/2017-es tenyészidőszakban. A növények élettani állapotát fotoszintetikus pigmenttartalmuk, valamint a vegetatív fázisban levő levelek szalicilsav tartalmának meghatározása alapján vizsgáltuk. Megállapítottuk, hogy az egyszeri SA kezelés tavasszal (április végén - május elején) fokozta az őszi búza növények élettani tulajdonságait, amelyek nagyobb termést eredményeztek.

**Kulcsszavak:** őszi búza, szalicilsav, természetes kivonatok, növénykondicionáló kezelés

## BEVEZETÉS

A szalicilsav (salicylic acid – SA) fontos szerepet játszik a növények védekezésében. A növénybetegség-rezisztenciában betöltött szerepe jól dokumentált kétszikű növények esetében, ahol a kórokozókkal szembeni alapvető rezisztencia, valamint az indukálható védelmi mechanizmus, a szisztémikus szerzett rezisztencia (systemic acquired resistance – SAR) kialakításához szükséges, amely ellenállást biztosít a patogének széles spektrumával szemben. A SAR aktiválása összefügg a patogenezishez kapcsolódó (pathogenesis-related – PR) fehérjék fokozott expressziójával, melyek közül néhány rendelkezik antimikrobiális hatással (*Vasyukova és Ozeretskovskaya* 2007). Az elmúlt 30 évben jelentős előrelépés történt a SA anyagcseréjének, a növényi védekezési szignálok és azok interakciójának más védekezési mechanizmusokkal való megértésében. Habár ezek a tanulmányok betekintést engednek a SA működésébe a növényi védekezésben, azt is hangsúlyozzák, mennyire ismeretlen a szalicilsavas jelzések összetettsége a kórokozókkal szemben (*Dong* 1998, *Kumar* 2014). A kórokozókkal szembeni helyi és egész növényt érintő védelmi válasz reakciók közötti közvetítő funkciójánál fogva a SA az intenzív kutatás középpontjába került (*Beckers és Spoel* 2006, *Vlot et al.* 2009). Azt is megállapították, hogy a SA szerepet játszik az olyan abiotikus stresszre adott növényi válasz reakciókban, mint szárazság, fagy, nehézfém-toxicitás és ozmotikus stressz. Ezen biotikus és abiotikus stresszek válasz folyamatai során betöltött funkciója mellett a SA kritikus szerepet tölt be a növény egész élete alatt végbemenő fiziológiai és biokémiai folyamatok szabályozásában is (*Kang et al.* 2014, *Miura és Tada*, 2014, *Khan et al.* 2015). A vegyület pontos szerepének megismerése és molekuláris hatásmechanizmusainak megértése a fiziológiai folyamatokban segíthet a komplex SA jelátviteli hálózat feltárásában, alátámasztva annak fontos szerepét a növényegészségügyben és a betegségekben. A jövőben a SA exogén alkalmazása hatékony eszköz lehet a növekedés, a termelékenység és a különböző abiotikus stresszek által okozott kedvezőtlen hatások elleni küzdelemben (*Pál et al.* 2005, *Yuan és Lin* 2008, *Rivas-San Vicente és Plasencia* 2011). A SA alkalmazása ígéretes olyan eszközként, amely a mezőgazdasági növények számára

toleranciát biztosít a fent említett károsító tényezőkkel szemben (Hayat et al. 2005, Hayat et al. 2009, Hayat et al. 2010, Antonić et al. 2016).

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A szántóföldi kísérletet 2016 október és 2017 június között végeztük el a Széchenyi István Egyetem tangazdaságában. A tenyészidőszakban átlaghőmérséklet 10,1°C, a lehullottsapadék 274,4 mm volt. A művelt réteg (0-20 cm) tápanyag-tartalmát közvetlenül a vetés időpontja előtt (2016.10.15) mértük. A mért értékek: Arany-féle kötöttségi szám ( $K_A$ ): 50, humusztartalom: 2,56%, pH: 7,33, kalcium tartalom (Ca): 20,6 mg/kg, foszfortartalom ( $P_2O_5$ ): 310 mg/kg, káliumtartalom ( $K_2O$ ): 254 mg/kg, nitrogén tartalom ( $NO_3-N$ ): 20,2 mg/kg. A véletlen elrendezésű kispárcellás kísérletet három kezeléssel, négy ismétlésben őszi búza (*Triticum aestivum* L.) ‘Basmati’ növényvel állítottuk be. A parcellaméret 4 m x 1 m volt. A búza különböző fejlődési stádiumaiban egy, kettő vagy három kezelést végeztünk a kereskedelmi forgalomban elérhető termékkel (PlanTonic), mely természetes növényi kivonatokat és szalicilsavat (SA) tartalmaz. A kezelések időpontjai a BBCH skála (egy- és kétszikű növények növekedési fázisai) alapján kerültek kijelölésre (Meier 2001). Az „A” kezelést a BBCH 21 fejlettségi szintjén (bokrosodás kezdete: az első oldalhajtás megjelenése, 2016.11.25) alkalmaztuk. A „B” kezelést a BBCH 31 fejlettségi szinten (első nódusz legalább 1 cm távolságra került a bokrosodási ponttól, 2017.04.24), „C” kezelést pedig a BBCH 55 fejlettségi szinten (kalászhányás időszaka: a fél kalász megjelenése a zászlószépvél nyelvecskéje fölött, 2017.05.17) alkalmaztuk. Kereskedelemben kapható fungicideket használtunk kontrollként: 2017.04.24-én Opera New és 2017.05.17-én Tango Star készítményeket. A növényeket a vegetatív időszak alatt nem öntöztük. A laboratóriumi kémiai analízishez használt levélmintákat a PlanTonic alkalmazása előtt és 5-6 nappal alkalmazása után gyűjtöttük. A fotoszintetikus pigmenttartalom meghatározásához 100 mg friss levélmintát vettünk, majd 15 ml 100%-os acetonnal dörzscsészében szétdörzsolgtük. A homogenizált mintát 3000 rpm-en 5 percig centrifugáltuk. Az extraktumot klorofill-*a*, klorofill-*b* és karotinoid színanyagok meghatározásához használtuk. UV-spektrofotométerben 440,5 nm-en, 645 nm-en és 662 nm-en abszorbanciát mértünk (Arnon 1949). A SA kivonását és elemzését Pál et al. (2005) szerint végeztük. A növények átlagos magasságát és a parcellánkénti átlagos hozamokat

a betakarítás után határoztuk meg. Vizsgáltuk a búzaminőségi paramétereket, mint ezermagtömeg (g), hektolitertömeg (kg/HL), nedves sikkertartalom (%), fehérjetartalom (%), W érték, Zeleny érték Infratec 1241 gabonaelemzővel (FOSS) is elemeztük. Az adatok matematikai-statisztikai értékelését Excel (Office 365, Microsoft Co.) és ARM 2017 (Gylling Data Management, Inc.) szoftverekkel végeztük. A szignifikáns differenciát egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA) és Student-Newman-Keuls teszttel állapítottuk meg,  $P=0,05$  és  $P=0,10$  értékre.

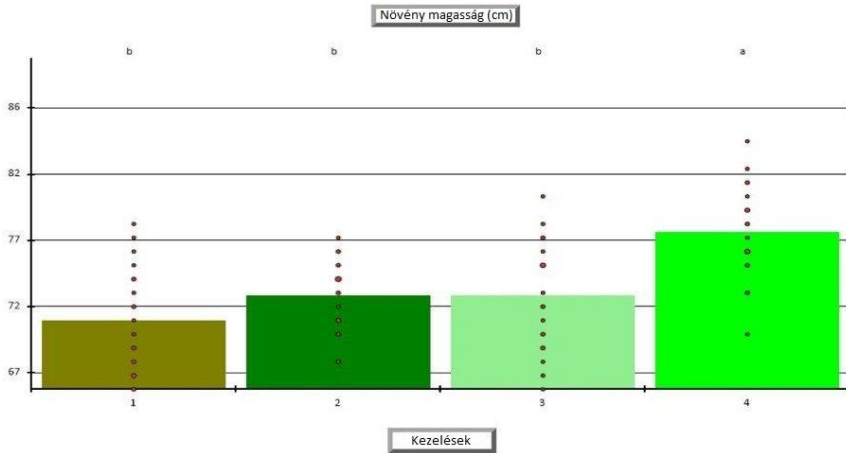
## EREDMÉNYEK

### *Agronómiai paraméterek*

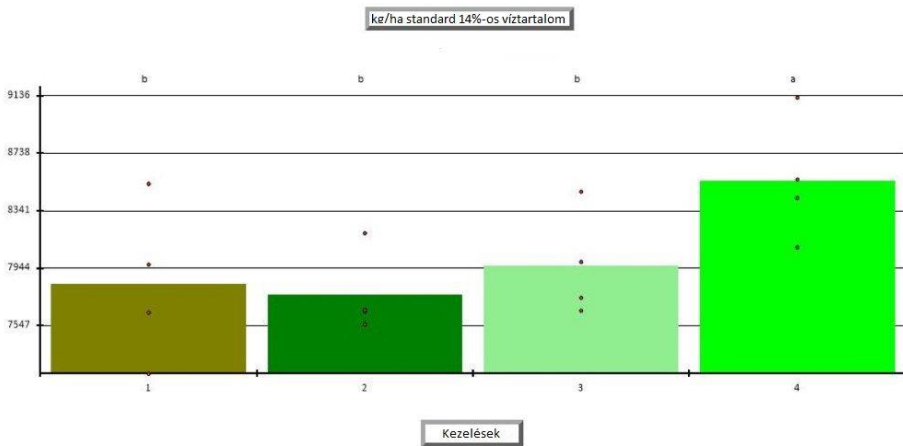
A hideg időjárás és az alacsony talajhőmérséklet miatt 2016-ban az őszi búza vetőmagok lassan csíráztak, ami a csíranövények fejlődését hátráltatta. A BBCH 21 fejlődési szakaszt ezéért november végén érték el. A PlanTonic kezelés után az időjárás hideg volt így a növények nem fejlődtek tovább. A következő év tavaszán az időjárás nagyon száraz és hideg volt, több esetben  $0\text{ °C}$  alatti hőmérsékletet észleltünk 2017 április közepétől május elejéig. Növénybetegségek megjelenését nem tapasztaltuk a búzanövényeken. Látható fizikai károsodás tüneteit sem lehetett rögzíteni. Ebben a vizsgálatban *Erysiphe graminis* DC. alacsony szinten (levélharmadok 5-10%-a) volt kimutatható a leveleken a PlanTonic készítménnyel kezelt parcellákban, de nem jelentkezett a fungiciddal kezeltekben. Más növényi patogének által okozott betegségek nem okoztak látható tüneteket a búzanövényeken.

### *Növény- és termés paraméterek*

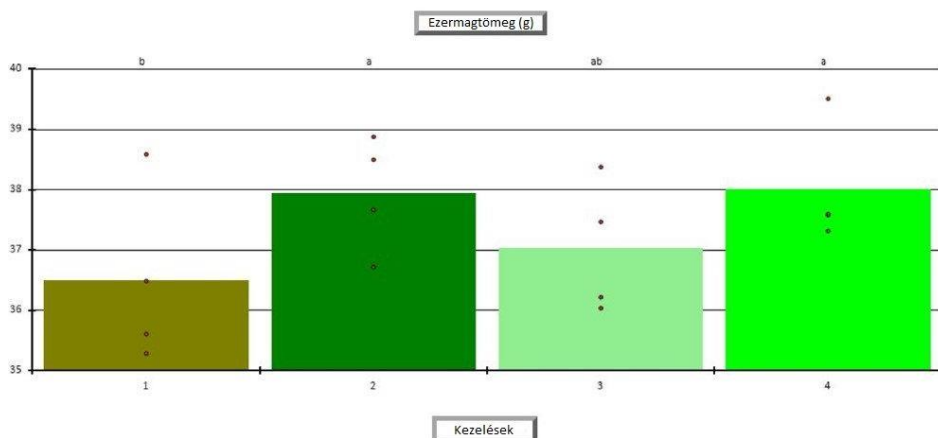
A PlanTonic háromszori alkalmazása esetében a kezelés parcelláiban a búzák jelentősen nagyobb növénymagaságot értek el (1. ábra). A kedvezőtlen és száraz időjárási viszonyok ellenére az őszi búza magas termés hozamot produkált. A PlanTonic kezelések „A” (2016.11.25), „B” (2017.04.24) és „C” (2017.05.17) kedvező időpontja növelte az őszi búza hozamát, amit a szignifikáns differencia  $P=0,10$  szintnél mutattunk ki (2. ábra). Az összes PlanTonic alapú kezelés növelte az ezermagtömeget, a szokásos fungicid technológiához képest (3. ábra). Más kvalitatív paraméter esetén nem volt szignifikáns az eltérés.



1. ábra: Betakarítás előtti növénymagasság (cm)  
(Kontroll (1), PlanTonic kezelés egy (2), két (3) és három alkalommal (4))  
Figure 1: Plant height in cm before harvest



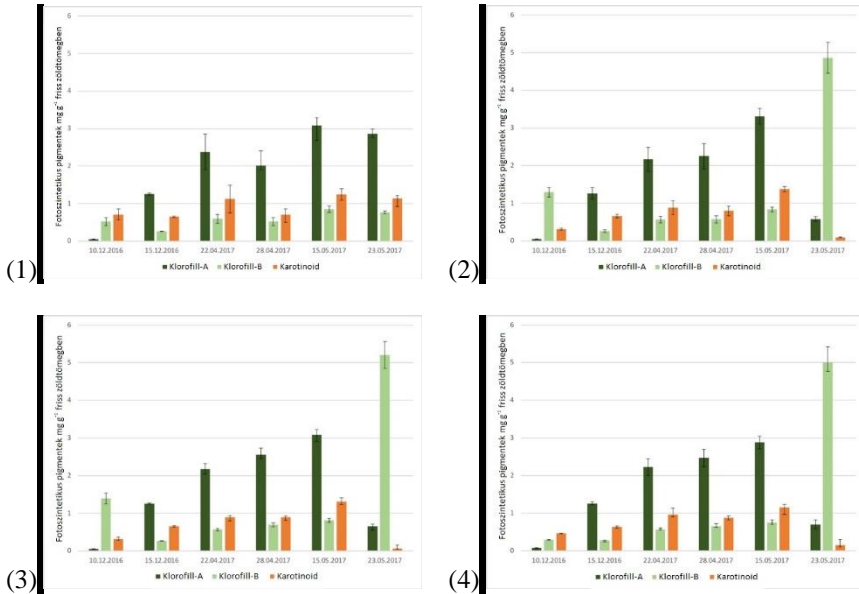
2. ábra: 14% standard nedvességtartalom mellett mért hozam (kg/ha)  
(Kontroll (1), PlanTonic kezelés egy (2), két (3) és három alkalommal (4))  
Figure 2: Yield in 14% standard moisture content



3. ábra: Ezermagtömeg (g)  
 (Kontroll (1), PlanTonic kezelés egy (2), két (3) és három alkalommal (4))  
 Figure 3: Thousand kernel weight in grams

### Fotoszintetikus pigmentek

A fotoszintetikus pigmenttartalom átlagadatait oszlopdigramokban mutatjuk be (4. ábra). Az első, 2016 decemberi PlanTonic kezelés után jelentős mértékű növekedés látható a klorofill-*a* és a karotinoid tartalomban. Emellett a klorofill-*b* tartalom csökkent, ami a fotoszintetikus pigmentekben bekövetkezett anyagcsere eltolódás jele. A 2017 tavaszi PlanTonic kezelés kedvező hatással volt a klorofill-*a* tartalomra: áprilisban az egyszeri permetezésnek több, mint egy hónapos hatása volt, a kétszeri permetezés (áprilisban, majd májusban) pedig felülmúlta az előző, egyszeri kezelést. Ez a magasabb fotoszintetikus rátát és az intenzívebb elsődleges anyagcserét jelzi. A klorofill-*b* és karotinoid tartalom nem változott jelentősen egyik PlanTonic kezelésben sem. Többszöri permetezésnek sem volt hatása e fotoszintetikus pigmentek szintjére. Összességében a tavaszi PlanTonic kezelésen átesett növények fotoszintetikus pigmenttartalma enyhe növekedést mutatott a kontrollhoz képest (kereskedelmi fungicid technológia).



4. ábra: Fotoszintetikus pigment tartalom őszi búza növényekben

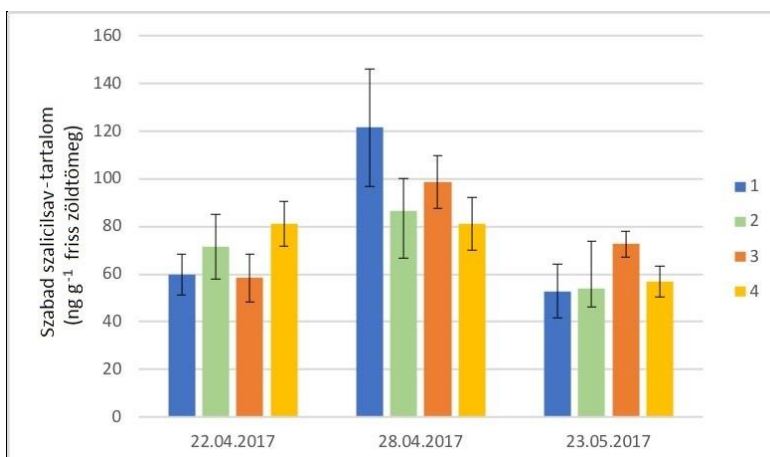
(Kontrol (A), PlanTonic kezelés egy (B), két (C) és három alkalommal (D))

Figure 4: Photosynthetic pigment content in winter wheat plants

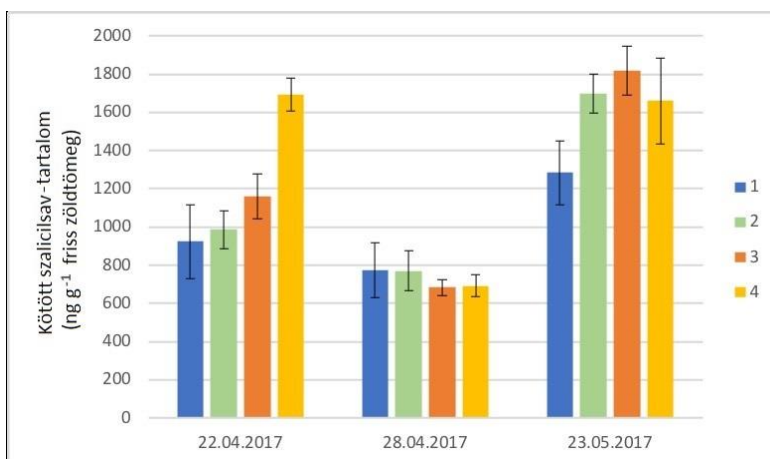
Control (1), PlanTonic treatment once (2), twice (3) and three times (4)

### Szalicilsav-tartalom

A szabad és kötött SA tartalom a búzanövények vegetatív periódusa során megváltozott. Ez 2016-ban tél bekövetkezése előtt még nem volt mérhető. Azonban a SA mennyisége egyértelműen növekedett bármely tavaszi PlanTonic kezelés után (lásd 5. ábra, 2017.04.22 és 2017.04.28 közötti változás). Jelentős növekedés történt egy 2017 áprilisi patogén fertőzés miatt a kontroll kezelés esetén. A háromszori szalicilsavas kezelésen átesett búzanövények esetén a szabad, szállítható SA szint állandó. Ezen felül ezeknek a növényeknek a szöveteiben nagy mennyiségű kötött SA található a 2017 második tavaszi kezelés előtt. A második PlanTonic-os permetezés jelentősen növelte a kötött szalicilsavtartalmat a szokásos fungicid technológiához képest (6. ábra).



5. ábra: Szabad szalicilsav-tartalom a búzalevélben  
 Figure 5: The free salicylic acid content in wheat leaves



6. ábra: Kötött szalicilsav-tartalom a búzalevélben  
 Figure 6: The bound salicylic acid content in wheat leaves

## KÖVETKEZTETÉSEK

A 2016/2017-es vegetációs periódusban kispácellás szántóföldi kísérletet végeztünk egy salicilsav-tartalmú termék (PlanTonic) őszi búzán való egy-, két- vagy háromszori alkalmazás hatásának felmérésére. Az időjárási viszonyok miatt a búzán patogének jelenléte nem volt megfigyelhető. A késői PlanTonic kezelési idő és a búza lassú 2016-i



őszi növekedésének ellenére a PlanTonic háromszori alkalmazása (kezelés „A”: 2016.11.25, „B”: 2017.04.24, és „C”: 2017.05.17) pozitívan befolyásolta a búzanövények fejlődését. Ezzel értük el a legnagyobb növénymagasságot és a kezelés alkalmazásával a növények a legnagyobb látható vegetatív felülettel növekedtek. A PlanTonic alkalmazása egyszer ősszel és kétszer tavasszal jelentősen növelte a terméshozam paramétereit. A növények fiziológiai állapotát, a vegetációs periódus során levélben található fotoszintetikus pigment- és szalicilsav-tartalom alapján vizsgáltuk. Következtetésként elmondhatjuk, hogy a tavasz közepén egy SA kezelés (április vége, május korai eleje) javította az őszi búza fiziológiai tulajdonságait, mely magasabb hozamot eredményezett. A kapott eredmények alapján a kereskedelmi forgalomban használt fungicid technológia a 2016-2017 évihez hasonló fertőzési viszonyok között kiváltható szalicilsav tartalmú készítménnyel történő maximum háromszori kezeléssel. További kísérleteket tervezünk a növényi fenotipizálás különböző módszereivel az elkövetkezendő évek vegetációs periódusai során, hogy a PlanTonic őszi búzára kifejtett hatását még pontosabban értékeljük.

## **APPLICATION OF A SALICYLIC ACID CONTAINING PRODUCT ON WINTER WHEAT CULTIVATION**

Zoltán Molnár – Krisztina Pereszlényi – Éva Szalka

Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Sciences,  
Mosonmagyaróvár

### **SUMMARY**

Salicylic acid (SA) role in plant disease resistance is well documented for several types of plants, such as dicotyledonous plants, where it is required for basal resistance against pathogens as well as for the inducible defense mechanism, systemic acquired resistance (SAR). During the recent 30 years, significant progress has been made in understanding SA metabolism and signaling in plant defense and its interaction with other defense mechanisms. It has also been found that SA plays a role during the plant response to abiotic stresses such as drought, chilling, heavy metal toxicity, heat, and osmotic stress. In future, the exogenous application of salicylic acid containing product

might act as a powerful tool in enhancing the growth, productivity and also in combating the ill effects generated by various abiotic stresses in plants. We have investigated the effect of a salicylic acid containing product on winter wheat (yield, thousand seed weight, HL-weight and other yield parameters) in small plot experiment. In addition to fungicide control, the treatments were single, double, and triple applied during the 2016/2017 growing season. The physiological state of the plants was investigated by determining their photosynthetic pigment content and the salicylic acid content of the leaves in the vegetative phase. We found that one-time SA treatment in spring (late April - early May) increased the physiological properties of winter wheat plants which lead higher yield results.

**Keywords:** winter wheat, salicylic acid, natural compounds, plant conditioning treatment

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését az **EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú „Innovatív tudományos műhelyek a hazai agrár felsőoktatásban”** című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. Köszönjük az OGET GmbH, Ausztria (Herfried Neumeister, Kolonics Ferenc) támogatását a vizsgált készítmény biztosításával.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Antonić, D. – Milošević, S. – Cingel, A. – Lojić, M. – Trifunović-Momčilov, M. – Petrić, M. – Subotić, A. – Simonović, A.* (2016): Effects of exogenous salicylic acid on *Impatiens walleriana* L. grown *in vitro* under polyethylene glycol-imposed drought. South African J. Bot. 105, 226–233.
- Arnon, D. I.* (1949): Copper enzymes in isolated chloroplast, polyphenol oxidase in *Beta vulgaris* L. Plant Physiol. 24, 1–15.
- Beckers, G.J.M. – Spoel, S.H.* (2006): Fine-tuning plant defence signalling: Salicylate versus jasmonate. Plant Biol. 8, 1–10.
- Dong, X.* (1998): SA, JA, ethylene, and disease resistance in plants. Curr. Opin. Plant Biol. 1, 316-323.

- Hayat, S. – Fariduddin, Q. – Ali, B. – Ahmad, A. (2005):* Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheat seedlings. *Acta Agron. Hungarica* 53, 433-437.
- Hayat, S. – Masood, A. – Yusuf, M. – Fariduddin, Q. – Ahmad, A. (2009):* Growth of Indian mustard (*Brassica juncea* L.) in response to salicylic acid under high-temperature stress. 21, 187-195.
- Hayat, Q. – Hayat, S. – Irfan, M. – Ahmad, A. (2010):* Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environ. Exp. Bot.* 68, 14-25.
- Kang, G. – Li, G. – Guo, T. (2014):* Molecular mechanism of salicylic acid-induced abiotic stress tolerance in higher plants. *Acta Physiol. Plant.* 36, 2287–2297.
- Khan, M.I.R. – Fatma, M. – Per, T.S. – Anjum, N.A. – Khan, N.A. (2015):* Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. *Front. Plant Sci.* 6, 1-17.
- Kumar, D. (2014):* Salicylic acid signaling in disease resistance. *Plant Sci.* 228, 127-134.
- Meier, U. (Ed.) (2001):* Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. BBCH Monograph, 2nd Edition. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry.
- Miura, K. – Tada, Y. (2014):* Regulation of water, salinity, and cold stress responses by salicylic acid. *Front. Plant Sci.* 5, 1–12.
- Pál, M. – Horváth, E. – Janda, T. – Páldi, E. – Szalai, G. (2005):* Cadmium stimulates the accumulation of salicylic acid and its putative precursors in maize (*Zea mays* L.) plants. *Physiol. Plant.* 125, 356-364.
- Rivas-San Vicente, M. – Plasencia, J. (2011):* Salicylic acid beyond defence: Its role in plant growth and development. *J. Exp. Bot.* 62, 3321-3338.
- Vasyukova, N.I. – Ozeretskovskaya, O.L. (2007):* Induced plant resistance and salicylic acid: A review. *Appl. Biochem. Microbiol.* 43, 367-373.
- Vlot, A.C. – Dempsey, D.A. – Klessig, D.F. (2009):* Salicylic Acid, a Multifaceted Hormone to Combat Disease. *Annu. Rev. Phytopathol.* 47, 177-206.
- Yuan, S. – Lin, H.-H. (2008):* Role of salicylic acid in plant abiotic stress. *Z. Naturforsch. C.* 63, 313-320.

*A szerző levélcíme – Address of the author:*

Molnár Zoltán

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

9200, Mosonmagyaróvár

molnar.zoltan@sze.hu

Pereszlényi Krisztina

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

9200, Mosonmagyaróvár

Szalka Éva

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

9200, Mosonmagyaróvár

szalka.eva@sze.hu