

VPLYV BIOSTIMULÁCIE NA ÚRODU, OLEJNATOSŤ A INDEX VODNÉHO STRESU SLNEČNICE ROČNEJ

Influence of Bio-Stimulation on Sunflower Yield, Oiliness and Crop Water Stress Index

Dávid ERNST, Ivan ČERNÝ

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Summary: The aim of this field experiment was to test the effect of two plant growth bio-stimulators on seed yield, seed oiliness and crop water stress index (CWSI) of sunflower. The experiment was established under the conditions of warm maize growing region in 2015 and 2016. The first bio-stimulator utilizes the presence of the composition of different bacteria types which are capable to bind the essential nutrients N, P, K and transmitting it in a form accessible to the plants. The effect of the second bio-stimulator is based on the humic and fulvic acids. The results of the experiment showed that the effect of bio-stimulation on the seed yield, seed oiliness and CWSI was high significant. The highest seed yield, highest seed oiliness and lowest values of CWSI were determined in variant with mutual combination of the plant growth bio-stimulators. An analyse of bio-stimulators influence on CWSI confirmed that more favourable values of CWSI resulted in a higher seed yield and higher seed oiliness and vice-versa.

Key words: sunflower, bio-stimulation, yield, oiliness, crop water stress index (CWSI)

Súhrn: Cieľom poľného experimentu bolo hodnotiť vplyv dvoch biostimulátorov rastu na úrodu nažiek, olejnatosť nažiek a na index vodného stresu (CWSI) slnečnice ročnej. Experiment bol založený v teplej kukuričnej výrobní oblasti v pestovateľských sezónach 2015 a 2016. Prvý biostimulátor využíva prítomnosť rôznych typov baktérií, ktoré sú schopné viazať makroživiny N, P, K a sprístupňovať ich rastlinám. Účinok druhého biostimulátora je založený na humínových kyselinách a fulvokyselinách. Výsledky experimentu preukázali, že vplyv biostimulácie na úrodu nažiek, olejnatosť nažiek a na CWSI bol štatisticky vysoko preukazný. Najvyššia úroda nažiek, najvyššia olejnatosť nažiek a najnižšie hodnoty CWSI boli zaznamenané na variante so vzájomnou kombináciou biostimulátorov. Analýza vplyvu biostimulátorov rastu na CWSI potvrdila, že priaznivejšie hodnoty CWSI vyústili do vyššej úrody nažiek a vyššej olejnatosti nažiek a naopak.

Kľúčové slová: slnečnica ročná, biostimulácia, úroda, olejnatosť, index vodného stresu (CWSI)

Úvod

Slnečnica ročná (*Helianthus annuus* L.) je považovaná za štvrtú najvýznamnejšiu olejninu sveta so zberovou plochou približne 25 miliónov hektárov, z ktorej sa ročne vyprodukuje v priemere 36 miliónov ton nažiek (FAO, 2015). Produkčné parametre slnečnice ročnej ovplyvňuje jej nízka autoregulačná a kompenzačná schopnosť, náchylnosť k poliehaniu, vysoká teplota atmosféry, nedostatok zrážok, nesprávna agrotechnika a iné (Ozturk *et al.*, 2017). Vplyv nepriaznivých faktorov produkčného procesu slnečnice ročnej sa dá posudzovať nedeštruktúrnou analýzou teploty porastu pomocou infračervenej termografie. Z nameraných dát je možné spoľahlivo kalkulovať fyziologický parameter produkčného procesu CWSI – index vodného stresu (Fernando *et al.*, 2016; Awais *et al.*, 2017; Bodrone *et al.*, 2017; Zhang *et al.*, 2017).

Vplyv uvedených nepriaznivých faktorov pestovania je však možné čiastočne eliminovať, napr. bios-

Materiál a metódy

Poľný maloparcelkový experiment bol založený v rokoch 2015 a 2016 na experimentálnej báze Strediska biológie a ekológie rastlín FAPZ SPU v Nitre – Dolná Malanta. Lokalita sa nachádza v teplej kukuričnej výrobní oblasti západného Slovenska (klimatická oblasť: teplá; klimatická podoblasť: suchá; klimatický okrsk: teplý, suchý s miernou zimou a dlhým slnečným svitom; pôda: hnedozem kultivovaná).

Osevný postup bol 7 honový, predplodinou slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.) bola pšenica letná forma ozimná (*Triticum aestivum* L.). Obrábanie

timuláciou (Heideri & Karami, 2014; Canellas *et al.*, 2015; Teren, 2016; Ullah *et al.*, 2017). Využívanie biostimulácie je podopreté o výskumy zaoberajúce sa vplyvom rastových stimulátorov najmä na zdravotný stav, priebeh transpirácie a fotosyntézy, úrodotočné prvky, úrodu nažiek a na obsah oleja v nažkách slnečnice ročnej (Bodrone *et al.*, 2017; Michalak *et al.*, 2017). Pestovateľská prax však disponuje nedostatkom informácií o možnosti využitia stimulátorov rastu pri pestovaní slnečnice ročnej v oblasti využívania živých organizmov, úrovne koncentrácií a kombinácií prípravkov a ich účinku v rôznych agroekologických podmienkach (Koutroubas *et al.*, 2014; Ullah *et al.*, 2016). Cieľom príspevku bolo zhodnotiť vplyv dvoch biostimulátorov rastu BiomagicPlus a BlackJak® na výšku úrody nažiek, olejnatosť nažiek a index vodného stresu (CWSI) slnečnice ročnej v teplej kukuričnej výrobní oblasti západného Slovenska.

pôdy (podmietka, hlboká jesenná orba) a spôsob založenia porastu (medziriadková vzdialenosť: 0,70 m; vzdialenosť v riadku: 0,18 m) boli realizované konvenčným spôsobom pestovania slnečnice ročnej. Základné hnojenie bolo uskutočnené na základe agrochemického rozboru pôdy na predpokladanú výšku úrody 3 t.ha⁻¹. K výpočtu dávok jednotlivých hnojív bola použitá bilančná metóda.

V experimente boli zaradené dvojliniové olejnaté hybridy slnečnice ročnej: NK Neoma (stredne neskorý), SY Neostar (stredne skorý) a SY Estiva (stredne

skorý) s normálnym typom oleja, vhodné pre Clear-Field® technológiu pestovania.

Foliárne boli aplikované nasledovné rastlinné biostimulátory rastu: BiomagicPlus –biostimulátor na báze baktérii *Azospirillum* sp. (fixujúcich N), *Bacillus*

megaterium (baktéria sprístupňujúca P) a *Frateuria aurentia* (baktéria sprístupňujúca K). BlackJak® – biostimulátor na báze humínových kyselín a fulvokyselín. Varianty ošetrovania slnečnice ročnej rastovými biostimulátormi sú uvedené v Tabuľke 1.

Tabuľka 1 Varianty ošetrovania slnečnice ročnej biostimulátormi rastu v pestovateľských sezónach 2015 a 2016

Variant	Termín aplikácie	Dávka
Kontrola	–	–
BiomagicPlus	BBCH 15	2 l.ha ⁻¹
BlackJak®	BBCH 15	1,5 l.ha ⁻¹
	BBCH 55	1,5 l.ha ⁻¹
BiomagicPlus + BlackJak®	BBCH 15	2 l.ha ⁻¹ + 4 l.ha ⁻¹

V experimente boli hodnotené produkčné parametre úroda nažiek (t.ha⁻¹), olejnatosť nažiek (%) a index vodného stresu rastlín (*CWSI*). Fyziologické merania porastov slnečnice ročnej boli uskutočnené nedeštruktúrnou metódou pomocou termovíznej kamery *EasIR-4*. Zo získaných údajov bol kalkulovaný *CWSI* podľa vzťahu:

$$CWSI = (T_c - T_a) - (T_c - T_a)_u / (T_c - T_a)_{ul} - (T_c - T_a)_u$$

Kde: T_c = teplota porastu, T_a = teplota vzduchu, $(T_c - T_a)$ = rozdiel medzi teplotou porastu a teplotou vzduchu, $(T_c - T_a)_u$ = fiktívny rozdiel teplôt, ktorý by

vznikol v prípade, že porast bol dobre zásobený vodou, $(T_c - T_a)_{ul}$ = fiktívny teplotný rozdiel, ktorý by nastal v prípade, že by došlo k okamžitej desikácii porastu.

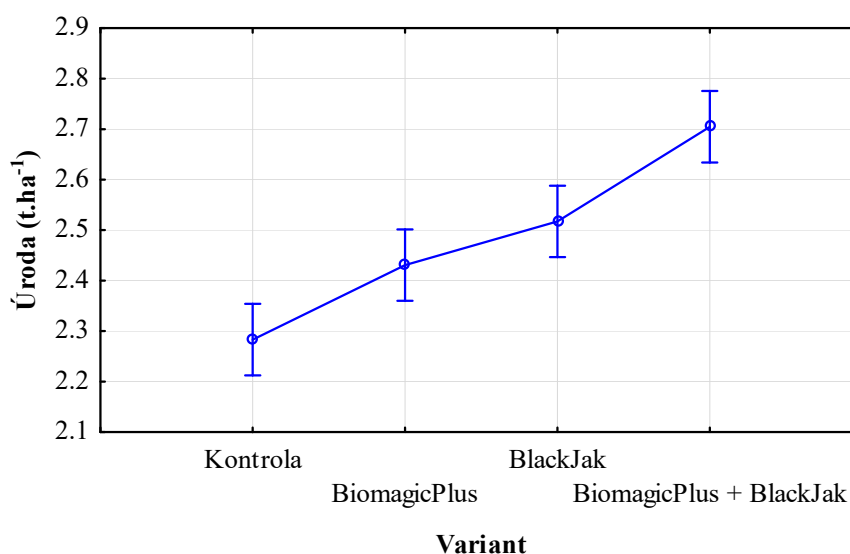
Experiment bol založený metódou kolmo deľných blokov s náhodným usporiadaním pokusných členov, v troch opakovaníach. Výsledky experimentu boli štatisticky vyhodnotené analýzou rozptylu prostredníctvom štatistického programu Statistica 10. Pri testovaní kontrastov bol využitý Fisherov LSD test ($\alpha = 0,01$).

Výsledky a diskusia

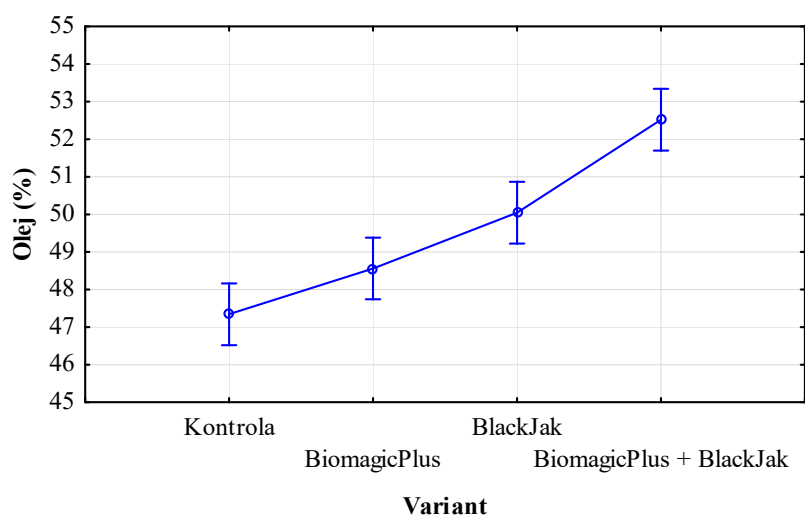
Priemerná úroda nažiek slnečnice ročnej v pestovateľských sezónach 2015 a 2016 dosiahla hodnotu 2,48 t.ha⁻¹. Najnižšia úroda nažiek bola zistená na kontrolnom variante. Najvyššia úroda nažiek bola zaznamenaná na variante s aplikáciou biostimulátorov BiomagicPlus + BlackJak®, kde bol pozorovaný nárast úrody v porovnaní s kontrolným variantom o 18 %, čo predstavuje 0,42 t.ha⁻¹. Výsledky analýzy rozptylu potvrdili štatisticky vysoko preukazný vplyv ($P < 0,001$) biostimulácie na ukazovateľ úroda nažiek (Obrázok 1).

Priemerná olejnatosť nažiek slnečnice ročnej počas pestovateľských sezón 2015 a 2016 dosiahla hodnotu 49,62 %. Najnižšia olejnatosť bola potvrdená na kontrolnom variante. Najvyššia olejnatosť nažiek bola zaznamenaná na variante s aplikáciou biostimulátorov BiomagicPlus + BlackJak®, kde bol zistený nárast obsahu oleja v nažkách v porovnaní s kontrolným variantom o 11 %, čo predstavuje rozdiel 5,18 % oleja. Výsledky analýzy rozptylu potvrdili štatisticky vysoko preukazný vplyv ($P < 0,001$) biostimulácie na ukazovateľ olejnatosť nažiek (Obrázok 2).

Obrázok 1 Vplyv biostimulácie na úrodu nažiek slnečnice ročnej, Fisherov LSD test ($\alpha = 0,01$; $P < 0,001$)



Obrázok 2 Vplyv biostimulácie na olejnatosť nažiek slnečnice ročnej, Fisherov LSD test ($\alpha = 0,01$; $P < 0,001$)

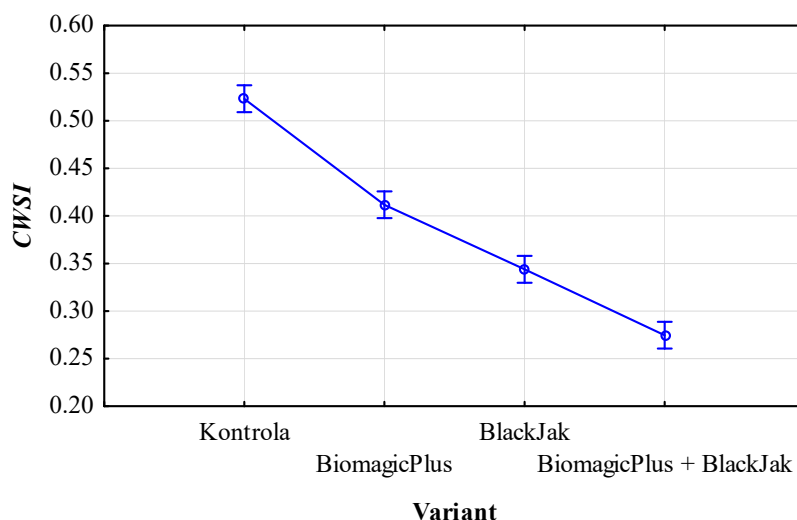


V pestovateľských sezónach 2015 – 2016 bola priemerná hodnota indexu vodného stresu *CWSI* slnečnice ročnej zaznamenaná na úrovni 0,388. Najvyššia hodnota *CWSI* (0,523) bola zaznamenaná na kontrolnom variante. Najnižšia hodnota *CWSI* (0,275) bola zaznamenaná na variante BiomagicPlus + BlackJak®, na základe čoho možno usudzovať, že na tomto variante ošetrovania boli porasty slnečnice ročnej najmenej zaťažené environmentálnymi stresovými situáciami – najmä deficitom vody. Výsledky analýzy rozptylu potvrdili štatisticky vysoko preukazný vplyv ($P < 0,001$) biostimulácie na *CWSI* (Obrázok 3). Najnižšie hodnoty *CWSI* porastov na variante BiomagicPlus + BlackJak® vyústili do najvyššej úrody nažiek a najvyššej olejnatosti nažiek na tomto variante ošetrovania.

Štatisticky preukazný vplyv biostimulácie na výšku úrody nažiek slnečnice ročnej zaznamenal Ullah *et al.* (2017), ktorý dokumentuje zvýšenie úrody nažiek

po aplikácii biostimulátorov rastu, ktorých účinok bol založený na aktivite baktérií (*Rhizobium* sp.). Štatisticky vysoko preukazný vplyv biostimulátorov rastu na výšku úrody nažiek a olejnatosť nažiek slnečnice ročnej potvrdili Heideri & Karami (2014) a Koutroubas *et al.* (2014). Ako uvádzajú Canellas *et al.* (2015) a Teren (2016), humínové kyseliny výrazne pôsobia proti degradácii pôdy a majú pozitívny vplyv na výšku úrod. Autori popisujú viacero poľných pokusov, kde zaznamenali zvýšenie kvantity i kvality produkcie poľných plodín po aplikácii prípravku, ktorý obsahoval humínové kyseliny a fulvokyseliny. Zatváranie prieduchov, ktoré je spojené s vyšším vodným stresom, limituje produkčný proces slnečnice ročnej (Fernando *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2017), čo bolo v tejto štúdii potvrdené na kontrolnom variante. Pozitívny a štatisticky preukazný vplyv biostimulácie na *CWSI* pri slnečnici ročnej potvrdil Awais *et al.* (2017).

Obrázok 3 Vplyv biostimulácie na index vodného stresu (*CWSI*) slnečnice ročnej, Fisherov LSD test ($\alpha = 0,01$; $P < 0,001$)



Záver

Z výsledkov experimentu, v ktorom bol v kukuričnej výrobnjej oblasti v pestovateľských sezónach 2015 a 2016 hodnotený vplyv biostimulácie na úrodu nažiek, olejnatosť nažiek a na index vodného stresu (*CWSI*) slnečnice ročnej je zrejmé, že účinok biostimulátorov rastu na dané parametre bol štatisticky vysoko preukazný ($P < 0,001$). Najvyššia úroda nažiek, najvyššia olejnatosť nažiek a najnižšie hodnoty *CWSI* boli zaznamenané na variante s aplikáciou vzájomnej kombinácie biostimulátorov rastu BiomagicPlus a BlackJak®. Výsledky experimentu preukázali, že využitie biostimulácie pri pestovaní slnečnice ročnej prispelo k zvýšeniu úrody nažiek o 18 % a k zvýšeniu olejnatosti nažiek o 11 %. Získané výsledky demon-

štrujú, že informácie získané pomocou infračervenej termografie sú dobrým indikátorom produktivity slnečnice ročnej ošetrenej biostimulátormi rastu. Poľnohospodárska prax zaznamenáva v súčasnosti pri pestovaní slnečnice ročnej negatívny vplyv klimatických zmien. Problém predstavuje najmä nedostatok vlhky v hlavnom vegetačnom období, ale i výskyt nových hubových a bakteriálnych chorôb. Na základe výsledkov experimentu je možné biostimuláciu porastov slnečnice ročnej považovať za významný racionalizačný prvok technológie jej pestovania, ktorý môže viesť k riešeniu súčasných problémov poľnohospodárskej praxe a k dosiahnutiu konkurencieschopnosti produkcie.

Literatúra

- AWAIS, M. – WAJID, A. – NASIM, W. – AHMAD, A. – SALEEM, M.F. – RAZA, M.A.S. – BASHIR, M.U. – HABIB-UR-RAHMAN, M. – SAEED, U. – HUSSAIN, J. – ARSHAD, N. – HOOGENBOOM, G. 2017. Modeling the water and nitrogen productivity of sunflower using OILCROP-SUN model in Pakistan. In *Field Crops Research*, vol. 205, pp. 67–77. ISSN 0378-4290. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2017.01.013.
- BODRONE, M.P. – RODRÍGUEZ, M.V. – ARISNABARRETA, S. – BATLLA, D. 2017. Maternal environment and dormancy in sunflower: The effect of temperature during fruit development. In *European Journal of Agronomy*, vol. 82, pp. 93–103. ISSN 1161-0301. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.eja.2016.10.007.
- CANELLAS, L.P. – OLIVARES, F.L. – AGUIAR, N.O. – JONES, D.L. – NEBBIOSO, A. – MAZZEI, P. – PICCOLO, A. 2015. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. In *Scientia Horticulturae*, vol. 196, pp. 15–27. ISSN 0304-4238. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013.
- FAO. 2015. *FAO Statistical Yearbook – World Food and Agriculture*. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations. 236 p. ISBN 978-92-5-108802-9.
- FERNANDO, D.R. – MORONI, S.J. – SCOTT, B.J. – CONYERS, M.K. – LYNCH, J.P. – MARSHALL, A.T. 2016. Temperature and light drive manganese accumulation and stress in crops across three major plant families. In *Environmental and Experimental Botany*, vol. 132, pp. 66–79. ISSN 0098-8472. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2016.08.008.
- HEIDERI, M. – KARAMI, V. 2014. Effects of different mycorrhiza species on grain yield, nutrient uptake and oil content of sunflower under water stress. In *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, vol. 13, pp. 9–13. ISSN 1658-077X. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2012.12.002.
- KOUTROUBAS, S.D. – VASSILIOU, G. – DAMALAS, C.A. 2014. Sunflower morphology and yield as affected by foliar applications of plant growth regulators. In *International Journal of Plant Production*, vol. 8, no. 2, pp. 215–230. ISSN 1735-6814. DOI: dx.doi.org/10.1590/S0100-83582015000100015.
- MICHALAK, I. – CHOJNACKA, K. – SAEID, A. 2017. Plant Growth Biostimulants, Dietary Feed Supplements and Cosmetics Formulated with Supercritical CO₂ Algal Extracts. In *Molecules*, vol. 22, no. 1. ISSN 1420-3049. DOI: 10.3390/molecules22010066.
- OZTRUK, E. – POLAT, T. – SEZEK, M. 2017. The effect of sowing date and nitrogen fertilizer form on growth, yield and yield components in sunflower. In *Turkish Journal of Field Crops*, vol. 22, no. 1, pp. 143–151. ISSN 1301-1111. DOI: 10.17557/tjfc.312373.
- TEREN, J. 2016. Use of humic acids against soil degradation and for yield increasing. In *Prosperous oil crops 2016*, pp. 204–206. Praha : Česká zemědělská univerzita. ISBN 978-80-213-2693-4.
- ULLAH, S. – QURESHI, M.A. – ALI, M.A. – MUJEEB, F. – YASIN, S. 2017. Comparative potential of *Rhizobium* species for the growth promotion of sunflower (*Helianthus annuus* L.). In *Eurasian Journal of Soil Science*, vol. 6, no. 3, pp. 189–196. ISSN 2147-4249. DOI: 10.18393/ejss.2017.3.xxx-xxx.
- ZHANG, Q. – CHEN, J.M. – JU, W. – WANG, H. – QUI, F. – YANG, F. – FAN, W. – HUANG, Q. – WANG, Y. – FENG, Y. – WANG, X. – ZHANG, F. 2017. Improving the ability of the photochemical reflectance index to track canopy light use efficiency through differentiating sunlit and shaded leaves. In *Remote Sensing of Environment*, vol. 194, pp. 1–15. ISSN 0034-4257. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.rse.2017.03.012.

Kontaktná adresa

Ing. Dávid ERNST, PhD., e-mail: david.ernst@uniag.sk; doc. Ing. Ivan ČERNÝ, PhD., e-mail: ivan.cerny@uniag.sk; Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra rastlinnej výroby, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra

PodĎakovanie: Práca bola financovaná Vedeckou grantovou agentúrou Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky, projekt VEGA č. 1/0093/13.