

## Agrotechnika i mechanizacja

# WPLYW STOSOWANIA BIOSTYMULATORÓW W WARUNKACH KONTROLOWANYCH NA WYBRANE CECHY BIOCHEMICZNE ROŚLIN ZIEMNIAKA

## EFFECT OF THE APPLICATION OF BIOSTIMULATORS UNDER CONTROLLED CONDITIONS ON SELECTED BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF POTATO PLANTS

mgr inż. Patryk Hara

Politechnika Koszalińska, Wydział Mechaniczny, Zakład Agrobiotechnologii  
ul. Raclawicka 15-17, 75-620 Koszalin, e-mail: patryk.hara@gmail.com

### Streszczenie

Badano wpływ traktowania roślin ziemniaka odmiany Bryza biostymulatorami na zawartość pigmentów roślinnych (chlorofil i karotenoidy) oraz proliny w liściach. Trzykrotna dolistna aplikacja preparatem Keplak SL wpłynęła na wzrost zawartości chlorofilu a i b odpowiednio o 14,96 i 6,59%. Z kolei traktowanie roślin ziemniaka biostymulatorem Aminoplant przyczyniło się do wzrostu koncentracji proliny względem kontroli o 22,22%.

**Słowa kluczowe:** Aminoplant, biostymulatory, Kelpak SL, ziemniak

### Abstract

The study investigated the effect of treatment of potato plants of the cultivar Bryza with biostimulators on the content of plant pigments (chlorophyll and carotenoids) and proline in leaves. A three-fold foliar application of Keplak SL increased chlorophyll a and b content by 14.96% and 6.59%, respectively. On the other hand, the treatment of potato plants with Aminoplant biostimulator contributed to an elevated proline concentration comparing to control by 22.22%.

**Keywords:** Aminoplant, biostimulators, Kelpak SL, potato

W ostatnich dziesięcioleciach światowe zapotrzebowanie na żywność wzrosło z powodu stale rosnącej liczby ludności na świecie (Di Mola i in. 2019). W związku z tym w produkcji rolnej coraz częściej poszukuje się rozwiązań technologicznych, które będą w stanie poprawić jakość i wielkość plonów. Dlatego też biostymulatory są coraz powszechniej stosowane jako produkty pozytywnie wpływające na wzrost, rozwój i plonowanie roślin (Caruso i in. 2019), przy jednoczesnym braku szkodliwego oddziaływania na zdrowie człowieka oraz środowisko przyrodnicze (Kocira i in. 2020).

Zasadniczo biostymulatory w niskich dawkach pełnią funkcję regulatorów wzrostu po-

przez poprawę odżywiania i metabolizmu roślin. Dodatkowo stosowanie tych preparatów może prowadzić do zwiększenia odporności roślin na czynniki stresu abiotycznego, takie jak ciepło, susza, zasolenie czy przymrozki (Ertani i in. 2011).

Do grupy naturalnych biostymulatorów zaliczyć można takie preparaty, które zawierają wolne aminokwasy, związki humusowe, ekstrakty z wodorostów morskich, chityny lub inokulaty mikrobiologiczne (Ertani i in. 2011, Du Jardin 2015). W grupie tej ważną kategorią stymulującą wzrost i rozwój roślin są biostymulatory zawierające wyciągi z alg morskich i hydrolizaty białkowe (Kocira i in. 2020). Do tej pory udowodniono pozytywny wpływ tych biopreparatów na plonowanie,

właściwości funkcjonalne i nutraceutyczne (czyli łączące w sobie wartości żywieniowe z cechami farmaceutycznymi) m.in. w uprawie fasoli, soi, rzepaku, pomidora, rukoli, buraka cukrowego i grochu (Matysiak i in. 2014, Shafeek i in. 2014, El-Gamal i in. 2016, Szparaga i in. 2019, Kocira 2019, Caruso i in. 2019ab).

Skuteczność biostymulatorów badana była także w uprawie ziemniaków, gdzie stwierdzono m.in. wzrost plonu ogólnego (Sarhan 2011), przyrost świeżej i suchej masy roślin, zwiększenie wysokości roślin oraz liczby łodyg (Prajapati i in. 2016) po zastosowaniu preparatów na bazie alg morskich.

Wadas i Dziurgieł (2020a) analizowali skuteczność stosowania biostymulatorów na bazie alg morskich (Bio-algeen S90 i Kelpak SL) na bardzo wczesnych odmianach ziemniaka (Denar, Lord i Miłek). Autorzy wykazali, że stosowanie biostymulantów w czasie wegetacji roślin przyczyniło się do zwiększenia obszaru asymilacji, jednakże nie miało wpływu na wielkość powierzchni liści oraz na zawartość chlorofilu (SPAD). Dodatkowo odnotowano wzrost plonu handlowego względem obiektu kontrolnego, wynoszący średnio 2,15 t/ha. Wzrost plonu po zastosowaniu preparatu Bio-algeen S90 i Kelpak SL w uprawie ziemniaka odmiany bardzo wczesnej i średnio wczesnej odnotowali także Wierzbowska i inni (2015). Bio-algeen S90 powodował wzrost plonu o 16,3%, a Kelpak SL o 24,7% w stosunku do obiektu kontrolnego. Ponadto Wadas i Dziurgieł (2020b), badając skuteczność tych samych biopreparatów na bazie wodorostów morskich, nie odnotowali ich wpływu na zawartość suchej masy, białka, cukrów ogółem, cukrów prostych i sacharozy oraz kwasu askorbinowego (witamina C) w bulwach odmian bardzo wczesnych.

Do tej pory niewiele jest badań poświęconych wpływowi biostymulatorów na cechy biochemiczne roślin średnio późnych odmian ziemniaka. Dlatego też celem niniejszej pracy była analiza wpływu traktowania roślin odmiany Bryza biostymulatorami zawierającymi wolne aminokwasy (Aminoplant) i uzyskanymi z wodorostów morskich (Kelpak SL) na zawartość pigmentów roślinnych oraz proliny w liściach.

### **Material i metody badań**

Doświadczenie zostało założone w maju 2019 r. Bulwy średnio późnej odmiany Bryza pocięto na małe kawałki, na których znajdowały się kiełki. Ze względu na porę roku nie przerywano spoczynku naturalnego bulw za pomocą środków chemicznych, gdyż były one już pobudzone, a wycięte kawałki, na których znajdowały się kiełki sadzono bezpośrednio do doniczek o wymiarach 10x10x10 cm. Do uprawy wykorzystano substrat torfowy do roślin warzywnych i torfowych. Parametry jakościowe ziemi: pH 5,4-6,8, zasolenie poniżej 2,5 g NaCl/l. Postać stała sypka, frakcje 0-20 mm. Rośliny uprawiano w pomieszczeniu o temperaturze otoczenia 22°C przy świetle LED, w którym stosunek światła czerwonego do niebieskiego wynosił 5:2, a fotoperiod 16:8 (dzień/noc).

Ze 133 fragmentów ziemniaka uzyskano 114 roślin, które podzielono na 3 kombinacje (po 38 szt.) Kombinację pierwszą stanowiły rośliny traktowane biostymulatorem Kelpak SL (ekstrakt z alg morskich), kombinację drugą rośliny traktowane biostymulatorem Aminoplant (biostymulator zawierający wolne aminokwasy), kombinację trzecią – rośliny przyskane wodą destylowaną (kontrola).

Badane biostymulatory podawano roślinom w postaci oprysku dolistnego w dawce 1,2 ml 1-proc. preparatu na roślinę. Pierwszy oprysk zrobiono, kiedy rośliny miały średnio 15-20 cm wysokości, a każdy następny wykonywano co 7 dni. Łącznie biostymulatory aplikowano trzykrotnie.

### **Ekstrakcja liści ziemniaka**

Chlorofil i prolinę ekstrahowano z liści ziemniaka, homogenizując 50 mg świeżej tkanki w 5 ml metanolu. Następnie próby filtrowano i przechowywano w temperaturze -20°C przed oznaczeniem zawartości proliny i chlorofilu (Vicas i in. 2010). Opisane niżej oznaczenia wykonano na 20 powtórzeniach biologicznych, stosując 2 powtórzenia techniczne dla każdego.

### **Oznaczenie zawartości proliny**

Zawartość proliny badano zgodnie z metodą podaną przez Carillo i Gibon (2011). Otrzymany ekstrakt z liści ziemniaka mieszano z mieszaniną reakcyjną (1-proc. roztwór ninhydryny w 60-proc. kwasie octowym i

20-proc. alkoholu etylowym) i inkubowano w 95°C przez 20 minut. Absorbancję mierzono przy 520 nm, a całkowitą zawartość proliny wyrażono w µm/mg.

### Oznaczenie zawartości chlorofilu i karotenoidów

Spektrofotometryczną analizę pigmentów roślinnych wykonano metodą podaną przez

$$[\text{Chl a}] = 16,29 \cdot \text{Abs}_{.665,2} - 8,54 \cdot \text{Abs}_{.652,0} \quad (1)$$

$$[\text{Chl b}] = 30,66 \cdot \text{Abs}_{.652,0} - 13,58 \cdot \text{Abs}_{.665,2} \quad (2)$$

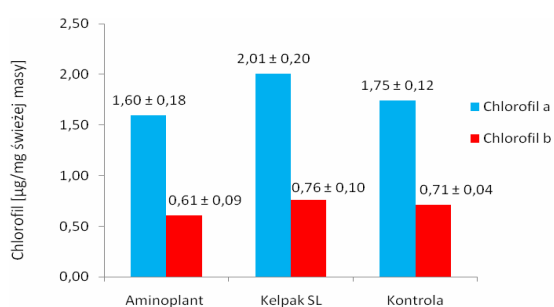
$$[\text{Chl a+b}] = 22,12 \cdot \text{Abs}_{.652,0} + 2,71 \cdot \text{Abs}_{.665,2} \quad (3)$$

$$\text{Zawartość karotenoidów} = ((1000 \cdot \text{Abs}_{.470}) - (2,860 \cdot [\text{Chl a}]) - (129,2 \cdot [\text{Chl b}]))/245 \quad (4)$$

### Wyniki i dyskusja

Chlorofil jest barwnikiem fotosyntetycznym wchodzącym w skład chloroplastów, a jego stężenie w liściach może być ważnym parametrem w ocenie równowagi metabolicznej i energetycznej u roślin ziemniaka (Goñi i in. 2018). Największą zawartość chlorofilu a (20,60 µg/ml) w liściach ziemniaka traktowanych biostymulatorami (rys. 1) stwierdzono w kombinacji z zastosowaniem preparatu Kelpak SL. Podobna tendencja wystąpiła w przypadku chlorofilu b.

Traktowanie roślin biostymulatorem Aminoplant skutkowało obniżeniem zawartości zarówno chlorofilu a, jak i chlorofilu b w stosunku do obiektu kontrolnego. Redukcja tego pigmentu wynosiła odpowiednio 8,42 i 14,72%.



Rys. 1. Zawartość chlorofilu a i b w liściach ziemniaka traktowanego badanymi biostymulatorami; ± wartość odchylenia standardowego

Całkowita zawartość chlorofilu była zależna od zastosowanego biostymulatora (tab. 1). Największą jego zawartość odnotowano w przypadku, gdy aplikowano dolistnie Kelpak SL (przyrost względem kontroli o 12,07%). Z kolei stosowanie biostymulatora

Vicas i innych (2010) z niewielkimi modyfikacjami własnymi. Ekstrakty przygotowano jak opisano wyżej. Absorbancję mierzono przy długości fal 652, 665,2 i 470 nm. Do obliczenia chlorofilu (µg/mg) i karotenoidów (mg/g świeżej masy liści) zastosowano następujące wzory:

Aminoplant w formie oprysku dolistnego skutkowało obniżeniem zawartości tego barwnika w stosunku do kombinacji kontrolnej o 10,58%.

Stosunek chlorofilu a do b nie odbiegał od kombinacji, w której użyto preparatu Aminoplant, względem kombinacji z zastosowaniem Kelpak SL. Oba te biostymulatory spowodowały wzrost tego wskaźnika w porównaniu z obiektem kontrolnym.

Tabela 1

### Zawartość pigmentów roślinnych w zależności od zastosowanego biostymulatora

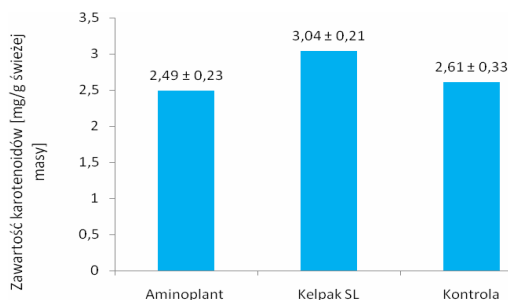
Kombinacja	a + b	a/b
	µg/ml	
Aminoplant	2,21 ± 0,27	0,26 ± 0,01
Kelpak SL	2,77 ± 0,30	0,27 ± 0,01
Kontrola	2,47 ± 0,15	0,25 ± 0,01

± wartość odchylenia standardowego

Biostymulatory otrzymane z alg morskich cechują się bogatym składem związków pobudzających wzrost i rozwój roślin. Do tej pory zidentyfikowano takie substancje jak auksyny, cytokiny, gibereliny, betainy, polisacharydy, poliaminy oraz pierwiastki śladowe i mikroelementy (Sharma i in. 2014).

Pozytywne działanie preparatu Kelpak SL na zawartość chlorofilu a i b oraz ogólną jego zawartość może wynikać z obecności w nim cytokin, które stymulują podział komórek, co powoduje powiększenie powierzchni liści, a także stymulują biosyntezę chlorofilu. Z kolei betainy hamują degradację tego barwnika (Wadas, Dziugiel 2020a).

Traktowanie roślin ziemniaka biostymulatorem Kelpak SL spowodowało wzrost zawartości barwników karotenoidowych o 0,43 mg/g świeżej masy w porównaniu z kombinacją, w której stosowano jako oprysk dolistny wodę destylowaną (rys. 2). Z kolei niewielki spadek zawartości karotenoidów względem kontroli zaobserwowano w próbie, gdzie stosowano Aminoplant. Koncentracja tych związków w liściu obniżyła się o 0,12 mg/g świeżej masy.

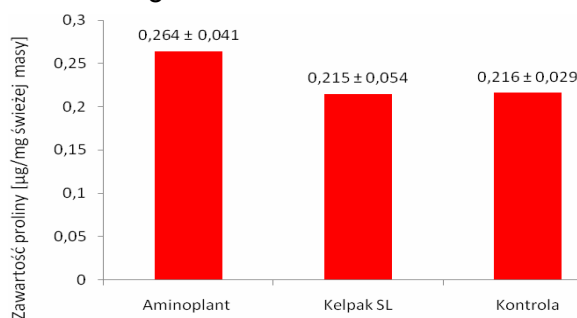


Rys. 2. Zawartość karotenoidów w liściach ziemniaka traktowanego biostymulatorami; ± wartość odchylenia standardowego

Aminokwasy zawarte w biostymulatorze Aminoplant stanowią materiał budulcowy dla białek, a także są prekursorami fitohormonów. Uczestniczą one w syntezie m.in. witamin, enzymów, terpenów, amin, puryn, pirymidyn i alkaloidów. Stosowanie egzogennych aminokwasów indukuje mechanizmy obronne roślin przez zwiększenie ich odporności na abiotyczne czynniki stresowe. Dodatkowo wpływają one na równowagę hormonalną roślin, przyczyniając się do stymulowania ich wzrostu (Kocira i in. 2020). W badaniach przedstawionych w niniejszej pracy nie stwierdzono pozytywnego działania tego biostymulatora na zawartość pigmentów roślinnych w liściach ziemniaka. Być może zastosowane stężenie było zbyt wysokie, co mogło zaburzyć proces fotosyntezy i wpłynąć na zwiększoną degradację chlorofilu i karotenoidów.

Analizując zawartość proliny w liściach ziemniaka (rys. 3), zaobserwowano, że największa jej koncentracja wystąpiła w przypadku, gdy traktowano rośliny biostymulatorem Aminoplant (wzrost w stosunku do kontroli wynosił 22,22%). W przypadku kombinacji, w której aplikowano dolistnie Kelpak SL, nie odnotowano znaczących zmian za-

wartości tego aminokwasu względem obiektu kontrolnego.



Rys. 3. Koncentracja proliny w liściach ziemniaka w zależności od zastosowanego biostymulatora; ± wartość odchylenia standardowego

Akumulacja proliny pod wpływem stresu u wielu gatunków roślin została skorelowana z tolerancją na stres, a koncentracja tego aminokwasu jest na ogół wyższa u roślin odpornych na czynniki stresowe niż u roślin wrażliwych (Hayat i in. 2012). Wysokie poziomy proliny umożliwiają roślinom utrzymanie niskich potencjałów wodnych, co pozwala na pobieranie dodatkowej wody ze środowiska w przypadku suszy (Goñi i in. 2018). Wzrost koncentracji L-proliny u roślin ziemniaka poddanych suszy odnotowali Treder i inni (2017). Autorzy stwierdzili nawet 34-krotny przyrost stężenia tego aminokwasu w odmianie Cekin poddanej działaniu suszy glebowej w stosunku do obiektu kontrolnego. Dodatkowo odmiana ta cechowała się największym spadkiem plonu w warunkach suszy w porównaniu z badanymi odmianami.

Wzrost zawartości proliny odnotowano jedynie w kombinacji, w której użyto biostymulatora Aminoplant. Dlatego też należałoby przeprowadzić badania pod kątem możliwego szkodliwego działania tego preparatu na rośliny ziemniaka.

### Podsumowanie

Biostymulatory to preparaty, które mogą stymulować wzrost i rozwój roślin oraz pobudzać nadprodukcję pewnych związków. Ze względu na brak szkodliwego ich działania na ekosystem oraz zdrowie człowieka są coraz częściej stosowane i mogą odegrać ważną rolę w programie rozwoju rolnictwa zrównoważonego. Stwierdzono pozytywny wpływ preparatu Kelpak SL na zawartość pigmentów roślinnych w liściach ziemniaka, dlatego też badania te powinny być kontynu-



owane w warunkach polowych, w celu potwierdzenia jego skuteczności.

### Literatura

- Carillo P., Gibon Y. 2011.** Protocol: extraction and determination of proline. PrometheusWiki; **2. Caruso G., De Pascale S., Cozzolino E., Cuciniello A., Cenvinzo V., Bonini P., Roupheal Y. 2019a.** Yield and nutritional quality of Vesuvian Piennolo tomato PDO as affected by farming system and biostimulant application. – *Agronomy* 9(9): 505; **3. Caruso G., De Pascale S., Cozzolino E., Giordano M., El-Nakhel C., Cuciniello A., Cenvinzo V., Colla G., Roupheal Y. 2019b.** Protein hydrolysate or plant extract-based biostimulants enhanced yield and quality performances of greenhouse perennial wall rocket grown in different seasons. – *Plants* 8: 208; **4. Du Jardin P. 2015.** Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. – *Sci. Hortic.* 196: 3-14; **5. Di Mola I., Ottaiano L., Cozzolino E., Senatore M., Giordano M., El-Nakhel C., Mori M. 2019.** Plant-based biostimulants influence the agronomical, physiological, and qualitative responses of baby rocket leaves under diverse nitrogen conditions. – *Plants* 8(11): 522; **6. El-Gamal I. S., Abd El Aal M. M. M., El Desouky S. A., Khedr Z. M., Abo Shady K. A. 2016.** Effect of some growth substances on growth, chemical compositions and root yield productivity of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) plant. – *Middle East J. Agri. Res.* 5: 171-185; **7. Ertani A., Schiavon M., Altissimo A., Franceschi C., Nardi S. 2011.** Phenol-containing organic substances stimulate phenylpropanoid metabolism in *Zea mays*. – *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 174(3): 496-503; **8. Goñi O., Quille P., O'Connell S. 2018.** *Ascophyllum nodosum* extract biostimulants and their role in enhancing tolerance to drought stress in tomato plants. – *Plant Physiol. Biochem.* 126: 63-73; **9. Hayat S., Hayat Q., Alyemeni M. N., Wani A. S., Pichtel J., Ahmad A. 2012.** Role of proline under changing environments: a review. – *Plant Signal. Behav.* 7(11): 1456-1466; **10. Kocira S. 2019.** Effect of amino acid biostimulant on the yield and nutraceutical potential of soybean. – *Chilean J. Agric. Res.* 79(1): 17-25; **11. Kocira A., Lamorska J., Koronas R., Nowosad N., Tomaszewska M., Leszczyńska D., Tabor S. 2020.** Changes in Biochemistry and Yield in Response to Biostimulants Applied in Bean *Phaseolus vulgaris* L.). – *Agronomy* 10(2): 189; **12. Matysiak K., Dubas M., Kierzek R., Kaczmarek S. 2014.** Influence of seaweed extract (*Ecklonia maxima* L.) applied with tebuconazole on two cultivars of winter rape. – *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 59(4): 43-49; **13. Prajapati A., Patel C. K., Singh N., Jain S. K., Chongtham S. K., Maheshwari M. N., Patel R. N. 2016.** Evaluation of seaweed extract on growth and yield of potato. – *Environ. Ecol.* 34(2): 605-608; **14. Sarhan T. Z. 2011.** Effect of humic acid and seaweed extracts on growth and yield of potato plant (*Solanum tuberosum* L) Desirée cv. – *Mesopotamia J. Agric.* 39(2): 19-25; **15. Shafeek M. R., Hafez M. M., Mahmoud A. R., Ali A. H. 2014.** Comparative effect on N-fixing bacterial with foliar application of amino acid mixed on growth and yield of pea plants (*Pisum sativum* L.). – *Middle East J. Appl. Sci.* 4(3): 755-761; **16. Sharma H. S., Fleming C., Selby C., Rao J. R., Martin T. 2014.** Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. – *J. Appl. Phycol.* 26(1): 465-490; **17. Szparaga A., Kuboń M., Kocira S., Czerwińska E., Pawłowska A., Hara P., Kwaśniewski D. 2019.** Towards Sustainable Agriculture – Agronomic and Economic Effects of Biostimulant Use in Common Bean Cultivation. – *Sustainability* 11(17): 4575; **18. Treder K., Mielczarek M., Boguszewska-Mańkowska D. 2017.** Wpływ suszy na koncentrację L-proliny w wybranych odmianach ziemniaka. – *Ziemn. Pol.* 4: 29-32; **19. Vicas S., Laslo V., Pantea S., Bandici G. 2010.** Chlorophyll and carotenoids pigments from Mistletoe (*Viscum album*) leaves using different solvents. – *Fascicula Biol.* 17: 213-218; **20. Wadas W., Dziugiel T. 2020a.** Changes in Assimilation Area and Chlorophyll Content of Very Early Potato (*Solanum tuberosum* L.) Cultivars as Influenced by Biostimulants. – *Agronomy* 10(3): 387; **21. Wadas W., Dziugiel T. 2020b.** Quality of New Potatoes (*Solanum tuberosum* L.) in Response to Plant Biostimulants Application. – *Agriculture* 10(7): 265; **22. Wierzbowska J., Cwalina-Ambroziak B., Glosek-Sobieraj M., Sienkiewicz S. 2015.** Effect of biostimulators on yield and selected chemical properties of potato tubers. – *J. Elem.* 20(3): 757-768

