

## REAKCJA GORCZYCY BIAŁEJ UPRAWIANEJ NA NASIONA NA WŁĄCZENIE BIOSTYMULATORA ASAHI SL DO TECHNOLOGII UPRAWY CZ. II. SKŁAD CHEMICZNY NASION

MAGDALENA SERAFIN-ANDRZEJEWSKA<sup>1</sup>, MARCIN KOZAK

*Institut Agroekologii i Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,  
pl. Grunwaldzki 24A, 50-363 Wrocław*

**Synopsis.** W latach 2007–2009 na polach doświadczalnych Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu (Wrocław – Pawłowice) przeprowadzono badania, których celem była ocena składu chemicznego nasion trzech odmian gorczycy białej (Nakielska, Metex, Radena), po zastosowaniu preparatu Asahi SL w różnych fazach rozwojowych roślin (kontrola – bez aplikacji, listnienie, pąkowanie, listnienie i pąkowanie). Stymulacja gorczycy białej preparatem Asahi SL korzystnie wpłynęła na zwiększenie zawartości w nasionach tłuszczu surowego, przy jednoczesnym obniżeniu koncentracji włókna surowego i popiołu surowego. Zastosowanie biostymulatora Asahi SL istotnie różnicowało zawartość składników mineralnych w nasionach. Dwukrotna aplikacja preparatu Asahi SL, w fazie listnienia oraz pąkowania, dała efekt największej wydajności tłuszczu surowego z nasion gorczycy białej.

**Słowa kluczowe:** gorczyca biała, Asahi SL, biostymulator, skład chemiczny nasion, zawartość składników mineralnych w nasionach

### WSTĘP

Najczęściej biostymulatory definiuje się jako preparaty wspomagające naturalne procesy życiowe roślin oraz zwiększające odporność roślin na występujące warunki stresowe [Babuška 2004a, Maciejewski i in. 2007]. Pruszyński [2008] oraz Kozak i in. [2016] zwracają uwagę, że ta grupa produktów to nowoczesne oraz bezpieczne w stosowaniu środki, które mogą znaleźć zastosowanie także w ochronie roślin, wzmagając w roślinach swoiste mechanizmy obronne lub odpornościowe. Zdaniem Słowińskiego [2004] biostymulatory powinny być stosowane wówczas, gdy producenci dążą do uzyskania wyższych plonów o jeszcze lepszej jakości, niż gwarantują to tradycyjne metody agrotechniczne, do których należy prawidłowa uprawa roli, zmianowanie, nawożenie czy ekonomicznie uzasadnione stosowanie środków ochrony roślin. Działanie plonotwórcze Asahi SL zależy w dużej mierze od intensywności wystąpienia czynnika stresowego i ogólnej kondycji roślin. W warunkach stresowych substancje aktywne preparatu wspomagają roślinę w zwalczaniu oznak stresu i adaptacji do zaistniałych warunków. Wyraźne działanie preparatu na rośliny utrzymuje się przez około 2 tygodnie po zastosowaniu [Babuška 2004b, Harasimowicz-Hermann i Borowska 2006]. Dotychczas działanie preparatu Asahi SL oceniano, w badaniach krajowych i zagranicznych, na wybranych roślinach uprawnych i w odniesieniu do większości aplikacji stwierdzono ich korzystny wpływ na kondycję fi-

<sup>1</sup> Adres do korespondencji – *Corresponding address*: magdalena.serafin-andrzejewska@upwr.edu.pl

zjologiczną roślin, cechy morfologiczne i komponenty plonu oraz wielkość i jakość uzyskanego plonu. Największa pula przeprowadzonych doświadczeń polowych i laboratoryjnych związana była z optymalizacją uprawy rzepaku ozimego a także jarego [Budzyński i in. 2008, Malarz i in. 2008, Słowiński 2004]. Stwierdzono także korzystny wpływ preparatu Asahi SL stosowanego w fazie pąkowania na zdrowotność roślin rzepaku ozimego [Pusz i Płaskowska 2008].

Celem podjętych badań było sprawdzenie kształtowania się składu chemicznego i mineralnego nasion gorczycy białej pod wpływem zastosowania preparatu Asahi SL w różnych fazach rozwojowych.

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2007–2009 w dzielnicy Wrocławia Pawłowice (51°10' N, 17°06' E) na polach Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Czynniki doświadczenia były w kolejności: 1. Odmiany gorczycy białej (Nakielska, Metex, Radena), 2. Terminy aplikacji biostymulatora Asahi SL – dawka 0,6 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> (Kontrola, faza listnienia BBCH 15, faza pąkowania BBCH 55, faza listnienia i faza pąkowania). W celu określenia faz rozwojowych gorczycy białej w skali BBCH posługiwano się kluczem opisującym fazy rozwojowe w skali BBCH dla rzepaku jarego [Jajor i Mrówczyński 2013]. Szczegółowy opis agrotechniki znajduje się w części I pracy (Serafin-Andrzejewska i Kozak), natomiast w tabeli 1 przytoczone zostały najistotniejsze informacje. Ocenę jakościową nasion gorczycy białej wykonano w laboratorium Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin UP we Wrocławiu i oparto na wynikach analiz chemicznych, wykonanych następującymi metodami [Krełowska-Kułas 1993]:

- sucha masa – metodą suszarkową w temperaturze 105±2°C w czasie 5 h,

Tabela 1. Elementy agrotechniki gorczycy białej  
Table 1. Elements of white mustard agrotechnics

Wyszczególnienie Specification	Szczegółowe informacje Detailed informations
Siew/Sowing	06.04.2007 (14.05.2007); 15.04.2008; 14.04.2009
Herbicydy/Herbicides	Butisan Star 1,0 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>
Insektydy/Insecticides	Cyperkill Super EC 0,10 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> Karate Zeon 050 CS 0,15 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> Mospilan 20 SP 0,12 kg·ha <sup>-1</sup>
Desykacja/Desiccation	Reglone Turbo 200 SL 1,7 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>
Zbiór/Harvesting	14.08.2007; 11.08.2008; 10.08.2009
Nawozy (ilość składnika w kg·ha <sup>-1</sup> )/Fertilizers (component in kg·ha <sup>-1</sup> )	
Saletra amonowa 34% Ammonium sulphate 34%	100 N
Superfosfat potrójny 46% Triple superphosphate 46%	60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Sól potasowa 60% Potassium salt 60%	120 K <sub>2</sub> O

- azot ogólny (białko ogółem) – zmodyfikowaną metodą Kjeldahla, wykorzystując destylarkę Büchi K-355 (w nasionach oznaczono azot ogólny, a następnie przeliczono na białko ogółem stosując współczynnik 6,25),
- tłuszcz surowy (ekstrakt eterowy) – metodą odtłuszczonej reszty w aparacie Soxhleta,
- włókno surowe – metodą Henneberga-Stohmanna,
- popiół surowy – przez spalenie materiału roślinnego w piecu elektrycznym w temperaturze 600°C,
- składniki mineralne: P, Mg – metodą kolorymetryczną wykorzystując aparat Spekol 11; Ca, K, Na – metodą fotometrii płomieniowej aparatem BWB-XP.

Bezazotowe związki wyciągowe obliczono odejmując od 100 sumaryczną zawartość podstawowych składników (białko ogółem, tłuszcz surowy, popiół surowy, włókno surowe). Następnie na podstawie wyników analiz chemicznych oraz uzyskanych plonów nasion obliczono wydajność białka ogółem i tłuszczu surowego w suchej masie nasion z powierzchni 1 ha.

## WYNIKI I DYSKUSJA

W badaniach dotyczących składu chemicznego wykazano istotne współdziałanie analizowanych czynników jedynie w odniesieniu do zawartości tłuszczu surowego w nasionach gorczycy białej (tab. 2). Statystycznie udowodniono najniższą koncentrację tego składnika w nasionach odmiany Metex oraz Radena pochodzących z uprawy, w której nie stosowano stymulacji roślin preparatem Asahi SL. Zawartości pozostałych składników układały się w przedziałach: białka ogółem od 30,8 do 33,3%, włókna surowego od 8,7 do 9,4%, popiołu surowego od 5,1 do 5,5%, a bezazotowych związków wyciągowych od 26,1 do 28,2%.

Przeprowadzona analiza składu chemicznego nasion gorczycy białej wykazała, że odmiany Nakielska i Radena zawierały w nasionach istotnie więcej tłuszczu surowego, w porównaniu do odmiany Metex, natomiast w odniesieniu do pozostałych składników nie stwierdzono znaczącego wpływu czynnika odmianowego na ich koncentrację w nasionach (tab. 2). Stymulacja roślin gorczycy białej preparatem Asahi SL korzystnie wpłynęła na zwiększenie zawartości w nasionach tłuszczu surowego, przy jednoczesnym obniżeniu koncentracji włókna surowego i popiołu surowego. Przebieg pogody w latach badań nie wpłynął statystycznie istotnie tylko na zawartość bezazotowych związków wyciągowych, natomiast modyfikował w zakresie pozostałych analizowanych składników wartość technologiczną zebranych nasion gorczycy białej. Stwierdzono, że nasiona pochodzące ze zbioru w 2007 roku zawierały najwięcej białka ogółem, przy jednocześnie najmniejszej koncentracji tłuszczu surowego, na co bezpośrednio miał wpływ przebieg pogody w okresie wykształcania łuszczyń i dojrzewania nasion charakteryzujący się wysokimi temperaturami powietrza i znacznym uwilgotnieniem gleby. Ponadto w nasionach uzyskanych w roku 2007 stwierdzono najmniej włókna surowego, a najwięcej popiołu surowego. Pod względem najlepszych warunków wilgotnościowo-termicznych, sprzyjających syntezie związków lipidowych i włókna surowego, okazał się rok 2008, w którym odnotowano istotnie najmniejszą koncentrację popiołu surowego w nasionach.

Zawartość analizowanych składników mineralnych w nasionach gorczycy białej nie podlegała istotnemu zróżnicowaniu pod wpływem współdziałania badanych czynników (tab. 3). Czynniki odmianowy miał wpływ jedynie na zawartość potasu i wapnia w nasionach. Odmiana Metex zawierała istotnie więcej obu tych składników, w odniesieniu do odmiany Radena. Zastosowanie biostymulatora Asahi SL w uprawie gorczycy białej kształtowało istotnie zawartość wszystkich badanych składników mineralnych. W odniesieniu do fosforu, potasu i wapnia stwierdzono największą ich koncentrację w nasionach pochodzących z obiektów kontrolnych

Tabela 2. Skład chemiczny nasion gorzycy białej (%)  
 Table 2. Chemical composition of white mustard seeds (%)

Odmiany i termin zabiegu Cultivar and application term (BBCH)		Białko ogółem Total protein	Tłuszcz surowy Crude fat	Włókno surowe Crude fiber	Popiół surowy Crude ash	BAW NFE
Metex	–	32,0	25,2	9,4	5,4	28,0
	15	33,2	25,9	9,1	5,3	26,5
	55	32,3	25,9	8,8	5,2	27,8
	15 + 55	33,3	26,3	8,8	5,2	26,4
Nakielska	–	30,8	26,4	9,1	5,5	28,2
	15	31,2	26,8	9,1	5,3	27,6
	55	32,7	26,7	9,0	5,3	26,3
	15 + 55	32,1	26,6	9,0	5,2	27,1
Radena	–	32,1	25,4	9,3	5,5	27,7
	15	31,8	26,7	8,7	5,2	27,6
	55	32,6	26,9	9,0	5,4	26,1
	15 + 55	32,1	26,6	8,8	5,1	27,4
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		r.n.	0,5	r.n.	r.n.	r.n.
Średnio dla odmian/Means for cultivar						
Metex		32,7	25,8	9,0	5,3	27,2
Nakielska		31,7	26,6	9,1	5,3	27,3
Radena		32,1	26,4	8,9	5,3	27,3
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		r.n.	0,3	r.n.	r.n.	r.n.
Średnio dla terminu aplikacji/Means for application term (BBCH)						
–		31,6	25,7	9,3	5,5	27,9
15		32,1	26,5	9,0	5,3	27,1
55		32,5	26,5	8,9	5,3	26,8
15+55		32,5	26,5	8,9	5,2	26,9
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		r.n.	0,3	0,3	0,1	r.n.
Średnio dla lat/Means for years						
2007		35,6	23,2	8,5	5,6	27,1
2008		30,9	28,1	9,3	5,0	26,7
2009		30,0	27,5	9,2	5,3	28,0
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		1,0	0,3	0,3	0,1	r.n.

BAW – Bezazotowe związki wyciągowe/NFE – nitrogen free extract  
 r.n. – różnica nieistotna/no significant difference

Tabela 3. Zawartość składników mineralnych w nasionach gorczycy białej (%)  
 Table 3. Mineral composition of white mustard seeds (%)

Odmiany i termin zabiegu Cultivar and application term (BBCH)		P	K	Ca	Mg	Na
Metex	–	0,70	0,66	0,34	0,37	0,03
	15	0,66	0,62	0,31	0,38	0,03
	55	0,65	0,61	0,30	0,41	0,04
	15 + 55	0,64	0,59	0,30	0,41	0,04
Nakielska	–	0,71	0,64	0,31	0,38	0,04
	15	0,68	0,61	0,30	0,38	0,04
	55	0,65	0,60	0,30	0,42	0,04
	15 + 55	0,63	0,57	0,27	0,43	0,05
Radena	–	0,68	0,63	0,31	0,40	0,03
	15	0,68	0,58	0,29	0,40	0,04
	55	0,65	0,59	0,27	0,42	0,04
	15 + 55	0,62	0,56	0,25	0,42	0,04
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Średnio dla odmian/Means for cultivar						
Metex		0,66	0,62	0,31	0,39	0,04
Nakielska		0,67	0,60	0,30	0,40	0,04
Radena		0,65	0,59	0,28	0,41	0,04
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		r.n.	0,02	0,02	r.n.	r.n.
Średnio dla terminu aplikacji/Means for application term (BBCH)						
–		0,69	0,64	0,32	0,38	0,03
15		0,67	0,60	0,30	0,39	0,04
55		0,65	0,60	0,29	0,41	0,04
15+55		0,63	0,58	0,27	0,42	0,04
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		0,02	0,03	0,02	0,02	0,01
Średnio dla lat /Means for years						
2007		0,65	0,60	0,36	0,45	0,04
2008		0,68	0,64	0,28	0,34	0,04
2009		0,65	0,58	0,25	0,42	0,04
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		0,02	0,02	0,02	0,02	r.n.

r.n. – różnica nieistotna/no significant difference

(pozbawionych aplikacji Asahi SL), natomiast najmniejszą zawartość odnotowano w materiale nasiennym z obiektów, na których w okresie wegetacji roślin wykonano biostymulatorem dwukrotny zabieg w fazie listnienia i w fazie pąkowania. Odwrotną relację zaobserwowano w stosunku do zawartości magnezu oraz pośrednio także sodu w nasionach gorczycy białej. Podobny efekt zmian zawartości składników mineralnych w nasionach uzyskali Kozak i in. [2008], stosując preparat Asahi SL w uprawie soi. Przebieg warunków pogodowych w latach prowadzenia eksperymentu polowego nie wpłynął istotnie jedynie na kształtowanie zawartości sodu w nasionach, natomiast istotnie modyfikował koncentrację wszystkich pozostałych analizowanych składników mineralnych. W nasionach pochodzących ze zbioru w 2008 roku stwierdzono największą zawartość fosforu (0,68%) oraz potasu (0,64%), a jednocześnie najmniejszą magnezu (0,34%). Najwięcej wapnia i magnezu stwierdzono w nasionach pochodzących ze zbioru w 2007 roku.

Obliczona wydajność tłuszczu surowego z nasion wszystkich ocenianych odmian gorczycy białej z 1 ha była statystycznie na niższym poziomie w przypadku technologii uprawy nie uwzględniającej podczas wegetacji roślin aplikacji biostymulatora Asahi SL (tab. 4). Zbieżną relację odnotowano także w odniesieniu do uzyskanej wydajności białka ogółem z nasion gorczycy białej z powierzchni 1 hektara. Czynniki odmianowy wpłynął istotnie na wydajność białka ogółem oraz tłuszczu surowego z 1 ha. Odmiana Nakielska odznaczała się istotnie największą wydajnością tłuszczu surowego ( $352 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Największą wydajność białka ogółem z nasion z powierzchni 1 ha stwierdzono w uprawie odmiany Metex ( $421 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), natomiast zielonkowa odmiana Radena charakteryzowała się najmniejszymi wartościami omawianych powyżej cech. Zróżnicowane terminy aplikacji biostymulatora Asahi SL istotnie modyfikowały wydajność tłuszczu surowego oraz białka ogółem z nasion z 1 ha. W wariancie kontrolnym (bez Asahi SL) określono najmniejszą wydajność białka ogółem ( $379 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i tłuszczu surowego ( $316 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Już jednokrotny oprysk biostymulatorem gorczycy białej w fazie listnienia przyczynił się do statystycznie istotnego zwiększenia wydajności tłuszczu oraz białka z nasion z powierzchni 1 hektara. Jeszcze bardziej korzystnym, w odniesieniu do omawianych cech, okazał się kolejny termin zabiegu w fazie pąkowania, po którym odnotowano dalszy istotny wzrost wydajności składników pokarmowych. Dwukrotna aplikacja preparatu Asahi SL, w fazie listnienia oraz pąkowania, dała efekt największej wydajności tłuszczu surowego ( $357 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) z nasion gorczycy białej, natomiast wydajność białka ogółem nie różniła się od wartości otrzymanych przy jednokrotnej aplikacji biostymulatora w fazie pąkowania roślin (tab. 3).

W 2007 roku odnotowano najniższą wydajność tłuszczu surowego ( $249 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), co było bezpośrednio funkcją uwarunkowaną najniższą, w trzyleciu badawczym, procentową zawartością tłuszczu surowego w nasionach oraz najmniejszym zebrany plonem nasion. W roku 2009 odnotowano najniższą wydajność białka ogółem –  $324 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , na co duży wpływ, obok uzyskanych plonów nasion, miał przebieg pogody w czasie dojrzewania roślin. Rok 2008 okazał się najkorzystniejszy w kształtowaniu analizowanych powyżej parametrów. Uzyskano wówczas najwyższą wydajność białka ogółem –  $528 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  oraz wydajność tłuszczu surowego –  $480 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Korzystny wpływ biostymulatora Asahi SL na wzrost wydajności tłuszczu surowego w nasionach rzepaku, zarówno ozimego, jak i jarego został wykazany w badaniach Budzyńskiego i in. [2008], Kozaka i Malarza [2005], Malarza i in. [2008], oraz Słowińskiego [2004]. Jest to jeden z zabiegów agrotechnicznych, wpływających na jakość uzyskanego plonu nasion.

Przeprowadzona analiza statystyczna udowodniła istotny wpływ interakcji badanych czynników w odniesieniu do nagromadzenia wszystkich analizowanych składników mineralnych, które było determinowane ich procentową zawartością i plonem nasion gorczycy białej (tab. 5). Stwierdzono, że nagromadzenie poszczególnych składników mineralnych w nasionach gorczycy białej niejednoznacznie zależało od typu odmiany oraz terminu aplikacji biostymulatora

Tabela 4. Wydajność białka ogółem oraz tłuszczu surowego z nasion gorczycy białej (kg·ha<sup>-1</sup>)  
 Table 4. Total protein and crude fat yield per ha (kg·ha<sup>-1</sup>)

Odmiany i termin zabiegu Cultivar and application term (BBCH)		Wydajność białka ogółem Total protein yield (kg·ha <sup>-1</sup> )	Wydajność tłuszczu surowego Crude fat yield (kg·ha <sup>-1</sup> )
Metex	–	381	308
	15	434	348
	55	426	348
	15 + 55	443	358
Nakielska	–	382	337
	15	402	349
	55	434	357
	15 + 55	436	364
Radena	–	374	303
	15	399	340
	55	413	347
	15 + 55	413	347
NIR <sub>0.05</sub> – LSD <sub>0.05</sub>		12	9
Średnio dla odmian/Mean for cultivar			
Metex		421	340
Nakielska		414	352
Radena		400	334
NIR <sub>0.05</sub> – LSD <sub>0.05</sub>		6	5
Średnio dla terminu aplikacji/Mean for application term (BBCH)			
–		379	316
15		411	346
55		425	351
15 + 55		431	357
NIR <sub>0.05</sub> – LSD <sub>0.05</sub>		7	5
Średnio dla lat/Mean for years			
2007		382	249
2008		528	480
2009		324	297
NIR <sub>0.05</sub> – LSD <sub>0.05</sub>		6	5

Tabela 5. Nagromadzenie składników mineralnych w nasionach gorczycy białej (kg·ha<sup>-1</sup>)  
 Table 5. Mineral accumulation in white mustard seeds (kg·ha<sup>-1</sup>)

Odmiana i termin zabiegu Cultivar and application term (BBCH)		P	K	Ca	Mg	Na
Metex	–	8,3	7,8	3,9	4,4	0,4
	15	8,7	8,3	4,0	4,9	0,4
	55	8,8	8,2	4,0	5,4	0,5
	15 + 55	8,7	8,1	4,1	5,5	0,6
Nakielska	–	8,9	8,1	3,9	4,7	0,5
	15	8,7	7,6	3,9	4,9	0,5
	55	8,8	8,1	3,9	5,4	0,6
	15 + 55	8,7	8,0	3,7	5,6	0,6
Radena	–	7,9	7,4	3,5	4,6	0,3
	15	8,5	7,4	3,6	4,8	0,4
	55	8,4	7,7	3,4	5,2	0,6
	15 + 55	8,1	7,3	3,2	5,3	0,5
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Średnio dla odmian/Means for cultivar (BBCH)						
Metex		8,6	8,1	4,0	5,0	0,4
Nakielska		8,8	8,0	3,9	5,2	0,6
Radena		8,2	7,4	3,4	5,0	0,5
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Średnio dla terminu aplikacji/Means for application term						
–		8,4	7,8	3,8	4,6	0,4
15		8,6	7,8	3,9	4,9	0,5
55		8,6	8,0	3,8	5,3	0,6
15 + 55		8,5	7,8	3,7	5,4	0,6
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Średnio dla lat/Means for years						
2007		6,9	6,4	3,8	4,8	0,4
2008		11,7	10,9	4,8	5,8	0,7
2009		7,0	6,3	2,7	4,5	0,4
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1



Asahi SL. W nasionach odmiany Nakielska stwierdzono największe nagromadzenie ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ): fosforu (8,8), magnezu (5,2) oraz sodu (0,6) natomiast odmiana Metex akumulowała w nasionach najwięcej potasu (8,1) i wapnia (4,0). Zielonkowa odmiana Radena charakteryzowała się najniższym nagromadzeniem wszystkich analizowanych składników mineralnych w nasionach z powierzchni 1 hektara, oprócz magnezu i sodu (tab. 5). Zróżnicowane terminy aplikacji biostymulatora Asahi SL w uprawie gorczycy białej w istotny, lecz niejednoznaczny sposób modyfikowały nagromadzenie analizowanych składników mineralnych w nasionach. Wysoką akumulacją fosforu i potasu a także sodu odznaczały się nasiona gorczycy pochodzące z roślin opryskiwanych Asahi SL w fazie pąkowania. Korzystny układ warunków wilgotnościowo-temperaturowych w sezonie wegetacyjnym 2008 roku wpłynął na największe nagromadzenie w nasionach wszystkich analizowanych składników mineralnych. Nasiona zebrane w tym roku akumulowały średnio ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ): P – 11,7; K – 10,9; Ca – 4,8; Mg – 5,8 oraz Na – 0,7 (tab. 5).

Powyższe badania wskazują na korzystny wpływ preparatu Asahi SL na jakość plonu nasion gorczycy białej, potwierdzając możliwość jej wykorzystania jako alternatywnej jarej rośliny oleistej. Podobnie pozytywnie na zastosowanie biostymulatora zareagowały inne rośliny z rodziny kapustnych (krzyżowych), co potwierdzają przytoczone dane literaturowe. Wydaje się być zasadnym wprowadzenie biostymulatora Asahi SL do agrotechniki roślin oleistych, jako preparatu stymulującego nie tylko wielkość, ale również jakość plonu nasion.

## WNIOSKI

1. Stymulacja gorczycy białej preparatem Asahi SL korzystnie wpłynęła na zwiększenie zawartości w nasionach tłuszczu surowego, przy jednoczesnym obniżeniu koncentracji włókna surowego i popiołu surowego.
2. Zastosowanie biostymulatora Asahi SL spowodowało obniżenie zawartości fosforu, potasu i wapnia w nasionach gorczycy białej, jednocześnie zwiększeniu uległa zawartość magnezu i sodu.
3. Dwukrotna aplikacja preparatu Asahi SL, w fazie listnienia oraz pąkowania, dała efekt największej wydajności tłuszczu surowego z nasion gorczycy białej. Nie stwierdzono korzystnego wpływu dwukrotnego zastosowania biostymulatora na wydajność białka z nasion gorczycy białej. Uzyskane wyniki nie różniły się istotnie od wielkości otrzymanych przy jednokrotnym zastosowaniu preparatu w fazie pąkowania.

## PIŚMIENNICTWO

- Babuška P. 2004a. Uplatnění rostlinného stimulatoru Atonik v řepce ozimě. Sborník "Řepka a Mák": 172–174.
- Babuška P. 2004b. Asahi kompendium wiedzy. ASAHI Chemical, Japonia: 1–30.
- Budzyński W., Dubis B., Jankowski K. 2008. Response of winter oilseed rape to the biostimulator Asahi SL applied in spring. Monographs series: Biostimulators in modern agriculture: Field Crop. Wieś Jutra: 47–55.
- Harasimowicz-Hermann G., Borowska M. 2006. Efekty działania biostymulatora Asahi SL w uprawie rzepaku ozimego w zależności od warunków pluwiotermicznych. *Rośliny Oleiste/Oilseed Crops* 27(1): 155–160.
- Jajor E., Mrówczyński M. 2013. *Metodyka integrowanej ochrony gorczycy białej, sarepskiej i czarnej dla producentów. Opracowanie zbiorowe. Wyd. IOR-PIB Poznań: 33–35.*

- Kozak M., Malarz W., Kotecki A., Černý I., Serafin-Andrzejewska M. 2008. Wpływ zróżnicowanej ilości wysiewu i biostymulatora Asahi SL na skład chemiczny nasion i resztek pozbiorowych soi uprawnej. *Rośliny Oleiste/Oilseed Crops* 29(2): 217–230.
- Kozak M., Wondolowska-Grabowska A., Serafin-Andrzejewska M., Gniadzik M., Kozak M.K. 2016. Biostymulatory – wczoraj, dziś i jutro. W: *Rolnictwo XXI wieku – problemy i wyzwania*. Łuczycka D. (red.). Idea Knowledge Future. Wrocław, 114–122.
- Krelowska-Kułas M. 1993. Badanie jakości produktów spożywczych. PWE, Warszawa: 24–146.
- Maciejewski T., Szukała J., Jarosz A. 2007. Wpływ biostymulatora Asahi SL i Atonik SL na cechy jakościowe bulw ziemniaków. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 52(3): 109–112.
- Malarz W., Kozak M., Kotecki A. 2008. The use of Asahi SL biostimulator in spring rape growing. Biostimulators in modern agriculture. Monographs series: Field crops. Dąbrowski Z. (red.). *Więś Jutra*, Warszawa: 25–32.
- Pruszyński S. 2008. Biostimulators in plant protection. Monographs series: Biostimulators in modern agriculture, General Aspect. *Więś Jutra*: 18–23.
- Pusz W., Płaskowska E. 2008. Wpływ stosowania preparatu Asahi SL na zdrowotność rzepaku ozimego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 531: 185–191.
- Serafin-Andrzejewska M., Kozak M. 2018. Reakcja gorczyicy białej uprawianej na nasiona na włączenie biostymulatora Asahi SL do technologii uprawy. Cz. I. Cechy morfologiczne roślin przed zbiorem i plon nasion. *Fragm. Agron.* 35(3): 89–98.
- Słowiński A. 2004. Biostymulatory w nowoczesnej uprawie roślin. *Więś Jutra* 3(68): 25–26.

M. SERAFIN-ANDRZEJEWSKA, M. KOZAK

**THE REACTION OF WHITE MUSTARD GROWN FOR SEEDS ON INCLUDING ASAHI SL  
BIOSTIMULANT TO CULTIVATION TECHNOLOGY  
PART II. CHEMICAL COMPOSITION OF SEEDS**

**Summary**

The three-year (2007–2009) field experiment was conducted in Wrocław district Pawłowice on fields of Wrocław University of Environmental and Life Sciences. The aim of the study was to estimate chemical composition of seeds of three white mustard cultivars ('Nakielska', 'Metex', 'Radena') after Asahi SL application in differentiate grown stages (leaf-formation phase, budding phase, both leaf-formation phase and budding phase, and control objects – without Asahi SL application). Asahi SL application has had significant impact on higher crude fat content, and lower concentration of crude fiber and crude ash in seeds of white mustard. Mineral composition of seeds was significantly modified by using Asahi SL biostimulant. Two-fold application of Asahi SL has caused the highest crude fat yield of white mustard seeds.

**Key words:** white mustard, Asahi SL, biostimulant, chemical composition of seeds, mineral composition of seeds

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 16.07.2018

Do cytowania – *For citation*

Serafin-Andrzejewska M., Kozak M. 2018. Reakcja gorczyicy białej uprawianej na nasiona na włączenie biostymulatora Asahi SL do technologii uprawy. Cz. II. Skład chemiczny nasion. *Fragm. Agron.* 35(3): 99–108.