

# Effect of a biostimulator and herbicidal protection on weed infestation as well as quantitative and qualitative parameters of spring wheat crop yield

## Wpływ biostymulatora i ochrony herbicydowej na zachwaszczenie oraz parametry ilościowe i jakościowe plonu pszenicy jarej

Bożena Łozowicka<sup>1</sup>, Rafał Konecki<sup>1\*</sup>, Piotr Iwaniuk<sup>1,2</sup>, Wojciech Drągowski<sup>1</sup>, Julia Rusińska<sup>1</sup>, Aleksandra Pietraszko<sup>1</sup>, Krystyna Snarska<sup>1</sup>

### Summary

The study was aimed to assess the effect of a biostimulator (S) and a herbicide (H) on weed infestation as well as qualitative and quantitative yield parameters of Mandaryna variety spring wheat. The experiment was conducted in north-eastern Poland conditions (2017–2018). The research consisted in using the herbicide (H) – sulfosulfuron and the biostimulator based on humic substance (S) in the H, S, H + S configuration. The herbicide was applied in the BBCH 31 phase, and the biostimulator – in BBCH 32, 47 and 69–71 phases. The treatments with the humic biostimulator reduced the effectiveness of herbicidal protection in weed biomass reduction. It was observed that weed biomass increased after using the biostimulator without any herbicide. In 2017, the highest wheat yield (4.5 t/ha) was obtained after herbicide application, and in 2018 after biostimulator application with the herbicide (5.0 t/ha). No significant effect of the biostimulator use on the qualitative parameters of spring wheat grains (protein, starch, Zeleny sedimentation index) was recorded.

**Key words:** wheat, weeds, chemical protection, biostimulators, yield, yield quality traits

### Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu biostymulatora i herbicydu na zachwaszczenie oraz parametry jakościowe i ilościowe plonu pszenicy jarej odmiany Mandaryna. Doświadczenie przeprowadzono w warunkach północno-wschodniej Polski w latach 2017–2018. W badaniach zastosowano: herbicyd (H) – sulfosulfuron oraz biostymulator na bazie kwasów humusowych (S) w układzie: H, S, H + S. Herbicyd zaaplikowano w fazie BBCH 31, a biostymulator w fazach BBCH 32, 47, 69–71. Zabiegi biostymulatorem humusowym zmniejszyły skuteczność herbicydowej ochrony w ograniczaniu biomasy chwastów. W przypadku użycia biostymulatora bez wcześniejszego zastosowania herbicydu zaobserwowano zwiększenie biomasy chwastów. W 2017 roku najwyższy plon pszenicy (4,5 t/ha) uzyskano po zastosowaniu herbicydu, a w 2018 roku po aplikacji biostymulatora z herbicydem (5,0 t/ha). Nie odnotowano istotnego wpływu zastosowania biostymulatora na parametry jakościowe ziarna pszenicy jarej (białko, skrobia, wskaźnik sedymentacyjny Zelenyego).

**Słowa kluczowe:** pszenica, chwasty, ochrona chemiczna, biostymulatory, plon, cechy jakościowe plonu

<sup>1</sup>Institut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

Terenowa Stacja Doświadczalna w Białymstoku

Chełmońskiego 22, 15-195 Białystok

<sup>2</sup>Uniwersytet w Białymstoku, Ciołkowskiego 1J, 15-245 Białystok

\*corresponding author: r.konecki@iorpib.poznan.pl

ORCID: 0000-0002-5655-7516

## Wstęp / Introduction

Powszechne stosowanie herbicydów w uprawach rolniczych powoduje, że pojawia się zapotrzebowanie na naturalne preparaty mogące łagodzić stresi wynikające z użycia środków ochrony roślin oraz wspomagające wzrost i rozwój roślin. Do takich substancji należą biostymulatory, substancje pochodzenia naturalnego i mikroorganizmy (Calvo i wsp. 2014), które łagodzą negatywne skutki stresów abiotycznych (Matysiak i Adamczewski 2009), uczestniczą w procesach fizjologicznych i biochemicznych roślin oraz stymulują ich rozwój i odporność na niekorzystne warunki wzrostu (Maciejewski i wsp. 2007).

Nieliczni autorzy wskazują na skuteczność działania biostymulatorów w uprawach rolniczych podczas występowania niesprzyjających warunków środowiskowych (Harasimowicz-Herman i Borowska 2006; Budzyński i wsp. 2008). Inni dowodzą działania biostymulatorów również w warunkach optymalnego wzrostu dla danej rośliny (Przybysz i wsp. 2010). Du Jardin (2012) sklasyfikował osiem najważniejszych grup biostymulatorów. Jedną z nich są substancje humusowe, czyli produkty rozkładu mikrobiologicznego materii organicznej (Schiavon i wsp. 2010). Kwasy huminowe i fulwowe, będące składnikami biostymulatorów humusowych, korzystnie wpływają m.in. na rozwój korzeni bocznych, stymulują wzrost części nadziemnych, łagodzą skutki niedoborów wody oraz zasolenia podłoża (Dobbs i wsp. 2007; Anjum i wsp. 2011; Mazhar i wsp. 2012).

Zabiegi herbicydowe są podstawową formą ochrony pszenicy jarej, zmniejszając zachwaszczenie i przyczyniając się do zwiększenia plonu poprzez ograniczenie konkurencji roślin uprawnych z chwastami o składniki pokarmowe i wodę (Gugała i Zarzecka 2010). W uprawie pszenicy najbardziej uciążliwymi gatunkami chwastów są *Chenopodium album*, *Polygonum aviculare*, *Avena fatua* i *Galium aparine*. W Polsce do stosowania w uprawie pszenicy jarej, zarejestrowanych jest obecnie 145 herbicydów zawierających 24 substancje czynne. Są to związki głównie z grupy triazolopirymidyn, sulfonomoczników i fenoksykwasów, które hamują aktywność syntazy acetylomleczanowej lub wykazują działanie syntetycznych auksyn.

Celem przeprowadzonych badań polowych była ocena wpływu biostymulatora humusowego zastosowanego indywidualnie i w kombinacji z herbicydem na poziom zachwaszczenia, wielkość plonu oraz parametry jakościowe pszenicy jarej.

## Materiały i metody / Materials and methods

Badania przeprowadzono w latach 2017–2018 na poletkach doświadczalnych zlokalizowanych w Dobrzyniewie Dużym (53°11'43.6"N, 23°01'02.4"E), w województwie podlaskim. Jednoczynnikowe doświadczenie wykonano

w układzie bloków losowanych, w czterech powtórzeniach, na glebie brunatnej eutroficznej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego. Materiał kwalifikowany pszenicy jarej odmiany Mandaryna wysiano zgodnie z normą wysiewu na wydzielonych poletkach doświadczalnych, każde o powierzchni 20 m<sup>2</sup> na łącznym obszarze 320 m<sup>2</sup>. Wydzielono poletka kontrolne (bez zabiegów preparatami), poletka na które aplikowano herbicyd, poletka na które aplikowano biostymulator i poletka z użyciem herbicydu i biostymulatora. Uprawę roli pod pszenicę jarą prowadzono w systemie płużnym bez stosowania międzyplonu. W 2017 roku przedpolem było pszenżyto, a w 2018 roku pszenica jara. W każdym roku nawożenie mineralne przeprowadzono w dwóch terminach, przedsiewnie i pogłównie. W pierwszym terminie stosowano wieloskładnikowy nawóz w ilości 200 kg/ha (N – 32, P – 60, K – 90), natomiast w drugim terminie – 100 kg/ha salety amonowej (34% N).

Zabiegi z użyciem herbicydu (H) i biostymulatora (S) (tab. 1) przeprowadzono opryskiwaczem plecakowym na sprężone powietrze z zamontowanymi 4 rozpylaczami (XR Tee Jet 110 03 XR) przy wydatku cieczy 200 l/ha. Herbicyd (Apyros 75 WG), zawierający sulfosulfuron, związek z grupy pochodnych sulfonilomocznika, aplikowano w terminie A, w fazie BBCH 31 pszenicy jarej. W terminach B (BBCH 32), C (BBCH 47) oraz D (BBCH 69–71) przeprowadzono zabiegi biostymulatorem (S) Biofloro, jeszcze niedostępnym na rynku w formie produktu handlowego, w skład którego wchodzi kwasy huminowe, kwasy fulwowe oraz mikro- i makroelementy (C, N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Cu, Zn, Mn, Ni) (tab. 1).

W celu oceny zachwaszczenia pszenicy jarej przeprowadzono zbiór chwastów z powierzchni 1 m<sup>2</sup> każdego poletka doświadczalnego w fazie rośliny uprawnej BBCH 69. Zebrany materiał poddano analizie, określono liczbę i świeżą masę chwastów (tab. 2).

Ocenę plonu przeprowadzono na podstawie analizy ziarna pszenicy jarej zebranej z powierzchni 1 m<sup>2</sup> każdego poletka. Wilgotność ziarna oraz gęstość w stanie zsypanym zmierzono za pomocą wilgotnościomierza z pomiarem gęstości „Dramiński GMDM”. Plon określono dla wilgotności 15% (± 0,04%). Parametry jakościowe ziarna: procentowa zawartość białka, skrobi i glutenu mokrego oraz wskaźnik sedymentacyjny Zelenyego oznaczono techniką NIR na analizatorze ziarna Infratec 1241 firmy FOSS.

Do oceny statystycznej różnic pomiędzy średnimi wykorzystano test Fishera na poziomie istotności p = 0,05.

## Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Z wielu opracowań naukowych wynika, że zastosowanie biostymulatorów wpływa korzystnie na ogólną kondycję roślin, plonowanie i jakość plonów (Gajc-Wolska i wsp. 2010; García-Martínez i wsp. 2010; Tejada i wsp. 2016;

Tabela 1. Zabiegi ochrony pszenicy jarej  
Table 1. Protection program of spring wheat

Symbol Symbol	Zabiegi Treatments	Substancja czynna (s.cz.) Active substance (a.s.)	Zawartość s.cz. A.s. content [g/kg]	Dawka na 1 ha Dose per 1 ha	Termin zabiegu Term of treatment
K	kontrola – control	–	–	–	–
H	Apyros 75 WG	sulfosulfuron – sulfosulfuron	750	0,0265 kg	A
H + S	Apyros 75 WG	sulfosulfuron – sulfosulfuron	750	0,0265 kg	A
	biostymulator biostimulator	kwasy humusowe – humic acids	–	0,2 l	BCD
S	biostymulator biostimulator	kwasy humusowe – humic acids	–	0,2 l	BCD

A – BBCH 31, B – BBCH 32, C – BBCH 47, D – BBCH 69–71

Tabela 2. Poziom zachwaszczenia w zależności od zabiegów ochrony pszenicy jarej  
Table 2. Weed infestation depending on protection program of spring wheat

Gatunek Weed species	Rok Year	Zabiegi – Treatments							
		K		H		H + S		S	
		[szt./m <sup>2</sup> ] [pcs/m <sup>2</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]	[szt./m <sup>2</sup> ] [pcs/m <sup>2</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]	[szt./m <sup>2</sup> ] [pcs/m <sup>2</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]	[szt./m <sup>2</sup> ] [pcs/m <sup>2</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]
<i>Plantago maior</i>	2017	28	136,8	12	54,8	24	118,6	27	143,8
	2018	3	6,8	6	3,4	8	1,2	5	5
<i>Polygonum lapathifolium</i>	2017	22	82,6	9	32,2	14	67,2	14	69,6
	2018	4	30	1	6	6	3	3	16,6
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	2017	14	34,4	2	2,6	5	4,4	16	55,6
	2018	2	1,4	1	2,6	6	0,2	7	8,4
<i>Chenopodium album</i>	2017	13	80,4	12	79,4	13	36,4	14	135,8
	2018	17	81	12	31,6	16	58,4	24	89,8
<i>Polygonum aviculare</i>	2017	10	38,2	9	33,6	5	16,2	4	44
	2018	2	19,4	4	0,4	0	0	3	12,4
<i>Anagalis arvensis</i>	2017	8	26,4	0	0	2	1,8	11	38,2
	2018	2	3,8	6	1	2	3,8	3	3,6
<i>Setaria glauca</i>	2017	8	58,4	3	20,6	4	15,4	6	37,4
	2018	3	30	4	12,8	2	6,8	6	18
<i>Fallopia convolvulus</i>	2017	7	33,8	8	40,4	6	29,8	15	108,6
	2018	4	50,2	8	4,4	6	4,4	7	128,8
<i>Veronica arvensis</i>	2017	4	15,2	7	31	5	13,6	3	10,6
	2018	2	2	8	8,8	1	1,4	2	3,4
<i>Sonchus arvensis</i>	2017	3	20,6	2	3,6	2	15,4	4	14,6
	2018	1	1,8	4	0,6	6	6,6	2	1,6
Suma Sum	2017	117	526,8	64	298,2	80	318,8	114	658,2
	2018	40	226,4	54	71,6	53	85,8	62	287,6

K – kontrola – control, H – Apyros 75 WG (0,0265 kg/ha), S – biostymulator – biostimulator (0,2 l/ha)

Milić i wsp. 2018). Zwiększona akumulacja biomasy jest niewątpliwie wynikiem pozytywnego wpływu biostymulatorów na sprawność aparatu fotosyntetycznego roślin upraw-

nych. Inne doniesienia wskazują na zwiększenie liczby niepożądanych chwastów w uprawach rolniczych (Jabłońska i wsp. 2012), co wpływa na obniżenie skuteczności zabie-

gów herbicydowych. Jednym z powszechnie stosowanych herbicydów w ochronie pszenicy jarej jest sulfosulfuron, związek o selektywnym działaniu układowym, pobierany przez liście oraz korzenie roślin, wstrzymujący całkowicie lub ograniczający wzrost i rozwój chwastów wkrótce po zabiegu. Skuteczność herbicydowa, jak i działanie biostymulatorów, w głównej mierze zależy od fazy rozwojowej chwastu, rośliny uprawnej, terminu aplikacji i dawki preparatu (Eizenberg i wsp. 2003; Malik i wsp. 2005; Hesammi 2011), ale może być też wynikiem złożonych współzależności pomiędzy stosowanymi zabiegami, środkami produkcji, warunkami glebowymi a zmiennością czynników klimatycznych.

W dwuletnim doświadczeniu polowym oceniono skuteczność indywidualnego, poschodowego zabiegu herbicydowego, zabiegu z zastosowaniem biostymulatora oraz łącznego zastosowania herbicydu z aplikacją biostymulatora w trzech terminach, poprzez analizę liczebności i masy chwastów. Odnotowano obecność 10 najczęściej występujących chwastów, maksymalnie 28 szt./m<sup>2</sup>: *Plantago major*, *Polygonum lapathifolium*, *Capsella bursa-pastoris*, *Ch. album*, *P. aviculare*, *Anagalis arvensis*, *Setaria glauca*, *Fallopia convolvulus*, *Veronica arvensis* i *Sonchus arvensis* (tab. 2).

Liczebność chwastów na poletkach była najwyższa w roku 2017, z wyjątkiem *Ch. album* (kontrola, H + S, S), *A. arvensis* (H, H + S) i *S. glauca* (H). Liczebność 10 dominujących gatunków na poletkach kontrolnych wyniosła

117 i 40 szt./m<sup>2</sup>, a na poletkach z zastosowaniem biostymulatora 114 i 62 szt./m<sup>2</sup>, odpowiednio w roku 2017 i 2018. Ogólna biomasa chwastów w roku 2018 była średnio niższa o 48% w porównaniu do poprzedniego roku. Ważnym czynnikiem kształtującym liczbę i biomasa chwastów są warunki agroklimatyczne w sezonie wegetacyjnym. Zwiększone opady atmosferyczne i wyższe temperatury powietrza przyczyniają się do naturalnego wzrostu poziomu zachwaszczenia i utrudniają działanie ochrony chemicznej (Feledyn-Szewczyk 2012; Bojarszczuk i wsp. 2013; Mystkowska i wsp. 2017). W okresie od kwietnia do lipca 2018 r., w regionie północno-wschodniej Polski, zanotowano niższą o 29% sumę opadów przy jednocześnie wyższej o 3,4°C średniej dobowej temperaturze powietrza w porównaniu z 2017 r. (tab. 4), co skutkowało zmniejszeniem biomasy chwastów. Zastosowanie samego biostymulatora (S) zwiększyło zarówno liczbę (o 52% w 2018 r.), jak i biomasa chwastów (od 22 do 31% w zależności od roku) w stosunku do kontroli.

Na poletkach, na których zastosowano zabieg herbicydowy w połączeniu z biostymulatorem (H + S) stwierdzono zmniejszenie skuteczności ochrony herbicydowej, średnio od 12 do 42% w odniesieniu do masy chwastów oraz o 18% (wyłącznie w roku 2017) w przypadku ich liczby.

Obecnie brak jest wyników badań, które w pełni charakteryzowałyby reakcje roślin na dany biostymulator oraz regulowane przez konkretny preparat procesy. Gugala i wsp.

Tabela 3. Parametry ilościowe i jakościowe plonu ziarna pszenicy jarej w zależności od zabiegów ochrony  
Table 3. Quantitative and qualitative parameters of yield depending on protection program of spring wheat

Zabiegi Treatments	Gęstość ziarna w stanie zsypanym Density of grain [kg/hl]	Plon ziarna Yield of grain [t/ha]	MTZ TGW [g]	Zawartość białka Protein content [%]	Zawartość skrobi Starch content [%]	Gluten mokry Wet gluten [%]	Wskaźnik sedymenacyjny Zelenyego Zeleny index
2017							
K	82,7 a	3,4 a	29,9 a	10,2 a	69,9 a	19,1 a	28,3 a
H	82,1 a	4,5 b	30,3 a	10,8 b	69,5 a	20,8 b	32,5 b
H + S	83,3 a	4,1 ab	30,1 a	10,6 ab	69,6 a	19,9 ab	30,2 ab
S	83,2 a	3,9 a	31,1 a	10,1 a	70,1 a	18,6 a	27,7 a
2018							
K	81,6 a	4,0 b	33,6 a	10,2 ab	70,6 a	19,0 ab	26,1 a
H	83,1 b	4,1 b	33,8 a	10,1 ab	70,8 a	17,3 a	26,6 ab
H + S	82,5 ab	5,0 c	34,4 a	10,8 b	70,5 a	20,3 b	29,1 b
S	81,9 a	3,6 a	33,8 a	10,0 a	70,9 a	17,9 a	25,0 a

MTZ – TGW – masa tysiąca ziaren – thousand grain weight

Średnie w kolumnach, oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie (5%) według testu Fishera

Means in columns, followed by the same letter, do not differ significantly (5%) according to Fisher's test

Tabela 4. Warunki pogodowe w latach 2017–2018  
 Table 4. Weather conditions in 2017–2018

Miesiąc Month	Dekada Decade	Opady Precipitations [mm]				Średnia temperatura Average temperature [°C]			
		2017		2018		2017		2018	
I	1	7,9	10,3	6,1	30,5	-7,6	-4,6	0,9	-1,3
	2	2,3		9,1		-3,9		-4,2	
	3	0,1		15,3		-2,2		-0,6	
II	1	1,8	29,2	10,7	16,5	-6,1	-1,8	-2,1	-4,9
	2	7,1		3,8		-2,6		-2,5	
	3	20,3		2,0		3,3		-10,1	
III	1	16,8	52,6	4,4	25,0	4,2	4,7	-5,4	-0,8
	2	11,0		4,5		3,6		1,0	
	3	24,8		16,1		6,2		1,9	
IV	1	5,7	61,0	28,5	36,8	9,7	6,4	9,3	12,0
	2	20,5		1,5		3,9		13,3	
	3	34,8		6,8		5,6		13,5	
V	1	52,3	58,3	0,0	22,0	9,3	12,8	16,3	16,6
	2	0,0		9,7		13,1		15,4	
	3	6,0		12,3		16,0		18,1	
VI	1	10,5	105,1	4,3	22,5	15,0	16,4	17,5	18,0
	2	66,8		3,5		16,9		19,5	
	3	27,8		14,7		17,3		17,1	
VII	1	18,9	68,8	18,9	126,8	15,9	17,4	16,9	20,1
	2	18,7		88,8		17,2		20,5	
	3	31,2		19,1		19,2		23,0	
VIII	1	15,4	60,2	7,7	43,3	20,6	18,3	22,7	20,3
	2	31,6		10,5		19,2		21,0	
	3	13,2		25,1		15,0		17,2	
IX	1	46,5	84,4	5,2	36,8	14,8	13,6	14,2	11,9
	2	26,5		3,0		13,6		12,9	
	3	11,4		28,6		12,4		8,6	
X	1	41,0	88,2	1,6	38,0	8,1	8,4	6,0	5,5
	2	5,5		0,0		11,1		4,9	
	3	41,7		36,4		6,0		5,6	
XI	1	14,2	43,2	4,2	17,7	6,4	3,7	7,6	2,5
	2	7,6		12,9		3,1		2,9	
	3	21,4		0,6		1,5		-3,2	
XII	1	8,8	44,2	37,8	83,4	1,5	1,7	3,0	1,9
	2	8,0		12,3		0,5		-0,4	
	3	27,4		33,3		3,0		3,2	

(2017) donoszą o zwiększonej skuteczności zabiegu herbicydowego wspartego biostymulatorem. Jak wspomniano wcześniej, zróżnicowana skuteczność zabiegu herbicydowego może być uzależniona od rodzaju zastosowanej substancji czynnej, rodzaju uprawy, terminu, biostymula-

tora oraz dawki środka. Wyniki badań własnych są zgodne z obserwacjami Maziarek i wsp. (2015), którzy podają, iż w przypadku monokultur pszenicy zastosowanie biostymulatorów nie redukuje liczby chwastów, a przyczynia się do wzrostu poziomu zachwaszczenia.

W uprawie pszenicy najczęściej stosowane są samodzielne zabiegi herbicydowe, które poprzez wyeliminowanie chwastów przyczyniają się do zwiększenia plonu tej rośliny (Brzozowski i Brzozowska 2004). Ze względu na niekorzystne warunki glebowe i klimatyczne, w województwie podlaskim, uzyskiwany plon pszenicy jest znacznie niższy w porównaniu do pozostałych regionów Polski (Iwaniuk i wsp. 2018; Nugmanov i wsp. 2018).

Ze względu na tendencje ograniczania chemizacji rolnictwa, wśród zalet biostymulatorów bardzo często wymieniana jest wyższa plonowania i poprawa jakości plonu. Dodatek biostymulatorów może korzystnie wpływać na parametry jakościowe ziarna bez konieczności stosowania dodatkowej ochrony chemicznej (Kotwica i wsp. 2013). W badaniach własnych najwyższy średni plon (4,5 t/ha) uzyskano po zastosowaniu indywidualnego zabiegu herbicydowego w roku 2017, zaś w 2018 roku po aplikacji łącznej herbicydu z biostymulatorem (5,0 t/ha) (tab. 3).

Analiza MTZ i zawartości skrobi w ziarnie pszenicy jarej w dwóch sezonach oraz gęstości ziarna w stanie zsypanym w 2017 roku, nie wykazała istotnej różnicy statystycznej pomiędzy zabiegami z użyciem herbicydu i biostymulatora stosowanymi indywidualnie oraz łącznie. Najwyższą zawartość białka (10,8%) uzyskano po zastosowaniu zabiegu herbicydowego i herbicydowego z biostymulatorem, skrobi zaś po zabiegu biostymulatorem (70,9%).

W 2017 roku najwyższe stężenie procentowe glutenu mokrego odnotowano po zastosowaniu zabiegu herbicydowego. W roku następnym, oznaczono istotnie większą zawartość glutenu po zastosowaniu ochrony H + S w porównaniu do kombinacji z wyłącznymi zabiegami herbicydem i biostymulatorem (tab. 3).

Obserwowane różnice parametrów w poszczególnych latach badań, mogą wynikać z odmiennych warunków pogodowych panujących w okresie wegetacyjnym, które wpłynęły na poziom zachwaszczenia. W okresie suszy w sezonie wegetacyjnym 2018 stwierdzono korzystniejsze działanie biostymulatora w połączeniu z zabiegiem herbi-

cydowym w odniesieniu do plonu pszenicy jarej i jego cech jakościowych.

Nieliczne dane naukowe wskazują, iż dodatek biostymulatora powoduje podobne efekty do samodzielnej ochrony chemicznej (Kotwica i wsp. 2014). Biostymulatory mogą przyczyniać się do polepszenia cech jakościowych plonu na skutek pobudzenia procesów fizjologicznych i biochemicznych w roślinach, zwłaszcza w warunkach stresowych (Stępień i wsp. 2016). Niemniej jednak, w przypadku stosowania biostymulatora niewspartego ochroną chemiczną, poziom pozytywnego oddziaływania na rośliny uprawne jest mniejszy, szczególnie w walce z chwastami. Rosnące zainteresowanie wykorzystaniem biostymulatorów rodzi potrzebę pogłębiania wiedzy o mechanizmach i skuteczności ich działania oraz możliwościach ich indywidualnego bądź łącznego stosowania w uprawach rolniczych.

## Wnioski / Conclusions

1. Zastosowanie biostymulatora humusowego zmniejszyło skuteczność zabiegu herbicydowego w ograniczaniu biomasy chwastów.
2. Najwyższy średni plon ziarna uzyskano po zastosowaniu sulfosulfuronu oraz sulfosulfuronu łącznie z biostymulatorem.
3. Zabiegi biostymulatorem nie wpłynęły istotnie na parametry jakościowe ziarna pszenicy jarej (białko, skrobia, wskaźnik sedymentacyjny Zelenyego).
4. Indywidualne zastosowanie biostymulatora przyczyniło się do zwiększenia masy chwastów, co w okresie suszy wpłynęło na zmniejszenie plonu.

## Podziękowanie / Acknowledgements

Badania były częściowo finansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (SIB-01, SBI-02).

## Literatura / References

- Anjum S.A., Wang L., Farooq M., Xue L., Ali S. 2011. Fulvic acid application improves the maize performance under well-watered and drought conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science* 197 (6): 409–417. DOI: 10.1111/j.1439-037X.2011.00483.x
- Bojarszczuk J., Staniak M., Książak J. 2013. Ocena zachwaszczenia zbóż ozimych uprawianych w siewie czystym i z wsiewką seradeli (*Ornithopus sativus* L.) w systemie ekologicznym. [The assessment of weed infestation of winter cereals cultivated in pure sowing and undersown with serradella in organic system]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie Water-Environment-Rural Areas* 13 (2) (42): 5–16.
- Brzozowski J., Brzozowska I. 2004. Wpływ dawki herbicydu Granstar 75 DF na plonowanie pszenżyta ozimego i efektywność rolnicza azotu. [Effect of Granstar 75 DF herbicide dose on the yielding of winter triticale and agricultural effectiveness of nitrogen]. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura* 3 (1): 63–70.
- Budzyński W., Dubis B., Jankowski A. 2008. Response of winter oilseed rape to the biostimulator Asahi SL applied in spring. s. 18–24. W: *Biostimulators in Modern Agriculture. Field Crops* (Z. Dąbrowski, red.). Wieś Jutra, Warszawa, 118 ss.
- Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil* 383 (1–2): 3–41. DOI: 10.1007/s11104-014-2131-8
- Dobbss L.B., Medici L.O., Peres L.E.P., Pino-Nunes L.E., Rumjanek V.M., Façanha A.R., Canellas L.P. 2007. Changes in root development of *Arabidopsis* promoted by organic matter from oxisols. *Annals of Applied Biology* 151 (2): 199–211. DOI: 10.1111/j.1744-7348.2007.00166.x

- du Jardin P. 2012. The science of plant biostimulants-a bibliographic analysis. Contract 30-CE0455515/00-96, ad hoc. Study on biostimulants products. <http://hdl.handle.net/2268/169257> [dostęp: 28.10.2019].
- Eizenberg H., Goldwasser Y., Achdary G., Hershshorn J. 2003. The potential of sulfosulfuron to control troublesome weeds in tomato. *Weed Technology* 17 (1): 133–137.
- Feledyn-Szewczyk B. 2012. Porównanie zdolności konkurencyjnych w stosunku do chwastów oraz plonów ziarna pszenicy orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) z odmianami pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*) w ekologicznym systemie produkcji. [The comparison of competitiveness against weeds and grain yield of spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) with common wheat (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*) varieties in organic system]. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis, Agricultura, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica* 293 (21): 13–26.
- Gajc-Wolska J., Łyszkowska M., Zielony T. 2010. The influence of grafting and biostimulators on the yield and fruit quality of greenhouse tomato cv. (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown in the field. [Wpływ szczepienia i biostymulatorów na plonowanie i jakość owoców pomidora szklarniowego (*Lycopersicon esculentum* Mill.) w uprawie polowej]. *Vegetable Crops Research Bulletin* 72 (1): 63–70. DOI: 10.2478/v10032-010-0006-y
- García-Martínez A.M., Díaz A., Tejada M., Bautista J., Rodríguez B., Santa María C., Revilla E., Parrado J. 2010. Enzymatic production of an organic soil biostimulant from wheat-condensed distiller solubles: Effects on soil biochemistry and biodiversity. *Process Biochemistry* 45 (7): 1127–1133. DOI: 10.1016/j.procbio.2010.04.005
- Gugała M., Zarzecka K. 2010. Wpływ herbicydów na zawartość suchej masy, białka i skrobi w bulwach ziemniaka. [The influence of herbicides on content of dry matter, protein and starch in potato tubers]. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 257/258: 111–119.
- Gugała M., Zarzecka K., Sikorska A., Mystkowska I., Dołęga H. 2017. Wpływ herbicydów i biostymulatorów wzrostu na ograniczenie zachwaszczenia i plonowanie ziemniaka jadalnego. [Effect of herbicides and growth biostimulants on weed reduction and yield of edible potato]. *Fragmenta Agronomica* 34 (4): 59–66.
- Harasimowicz-Herman G., Borowska M. 2006. Efekty działania biostymulatora Asahi SL w uprawie rzepaku ozimego w zależności od warunków pluwiotermicznych. [Effect of bio-stimulant Asahi SL in winter rapeseed depending on pluviothermic conditions]. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops* 27 (1): 95–106.
- Hesammi E. 2011. Evaluation of the efficacy of sulfosulfuron and other herbicides on management weeds of wheat. *International Journal of Applied Agricultural Research* 6 (3): 211–216.
- Iwaniuk P., Konecki R., Snarska K., Łozowicka B. 2018. Quantitative evaluation of *Fusarium* species and crop quality traits in wheat varieties of northeastern Poland. *Journal of Plant Protection Research* 58 (4): 413–419. DOI: 10.24425/jppr.2018.125882
- Jabłońska M., Gieźma-Mikoda M., Lehmann A., Paluch M. 2012. Wpływ systemów uprawy roli oraz wybranych biopreparatów na zachwaszczenie łąki pszenżyta jarego uprawianego w krótkotrwałej monokulturze. [Influence of tillage systems and selected bio-plant conditioners on weed infestation of spring triticale grown in short-term monoculture]. *Episteme* 15: 89–95.
- Kotwica K., Jaskulska I., Gałęzewski L., Jaskulski D., Lamparski R. 2014. Spring wheat yield in short-term monoculture depending on the tillage method, use of organic matter and a biostimulant. [Plonowanie pszenicy jarej w krótkotrwałej monokulturze w zależności od sposobu uprawy roli, stosowania masy organicznej i biostymulatora]. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura* 13 (3): 19–28.
- Kotwica K., Jaskulska I., Piekarczyk M., Wasilewski P., Gałęzewski L., Kulpa D. 2013. Wpływ użyzniania gleby oraz stosowania biostymulatora na produktywność pszenicy ozimej w zmianowaniu i krótkotrwałej monokulturze. [Effect of soil conditioning and the application of biostimulants on the productivity of winter wheat in crop rotation and short-term monoculture]. *Fragmenta Agronomica* 30 (4): 55–64.
- Maciejewski T., Szukała J., Jarosz A. 2007. Wpływ biostymulatora Asahi SL i Atonik SL na cechy jakościowe bulw ziemniaka. [Influence of biostimulant Asahi SL and Atonik SL on qualitative tubers of potatoes]. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 52 (3): 109–112.
- Malik R.S., Yadav A., Malik R.K., Singh S. 2005. Efficacy of clodinafop, fenoxaprop, sulfosulfuron and triasulfuron alone and as tank mixture against weeds in wheat. *Indian Journal of Weed Science* 37 (3 & 4): 180–183.
- Matysiak K., Adamczewski K. 2009. Regulatory wzrostu i rozwoju roślin – kierunki badań w Polsce i na świecie. [Plant growth regulators studies in Poland and in the world]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 49 (4): 1810–1816.
- Mazhar A.A.M., Shedeed S.I., Abdel-Aziz N.G., Mahgoub M.H. 2012. Growth, flowering and chemical constituents of *Chrysanthemum indicum* L. plant in response to different levels of humic acid and salinity. *Journal of Applied Sciences Research* 8 (7): 3697–3706.
- Maziarek A., Parylak D., Waclawowicz R. 2015. Wpływ stosowania biostymulatorów i międzyplonu ścierniskowego na zachwaszczenie łąki krótkotrwałej monokultury pszenicy jarej. [The effect of biostimulants and stubble crop on weed infestation of short-term spring wheat monoculture]. *Progress in Plant Protection* 55 (2): 170–176. DOI: 10.14199/ppp-2015-028
- Milić B., Tarlanović J., Keserović Z., Magazin N., Miodragović M., Popara G. 2018. Bioregulators can improve fruit size, yield and plant growth of northern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). *Scientia Horticulturae* 235: 214–220. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.03.004
- Mystkowska I., Zarzecka K., Baranowska A., Gugała M. 2017. Wpływ herbicydów i ich mieszanin na plonowanie i skuteczność chwastobójczą w uprawie ziemniaka. [An effect of herbicides and their mixtures on potato yielding and efficacy in potato crop]. *Progress in Plant Protection* 57 (1): 21–26. DOI: 10.14199/ppp-2017-003
- Nugmanov A., Beishova I., Kokanov S., Łozowicka B., Kaczynski P., Konecki R., Snarska K., Wolejko E., Sarsembayeva N., Abdigaliyeva T. 2018. Systems to reduce mycotoxin contamination of cereals in the agricultural region of Poland and Kazakhstan. *Crop Protection* 106: 64–71. DOI: 10.1016/j.cropro.2017.12.014
- Przybysz A., Wrochna M., Słowiński A., Gawrońska H. 2010. Stymulujący wpływ Asahi SL na wybrane gatunki roślin. [Stymulujący wpływ Asahi SL na wybrane gatunki roślin]. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus* 09 (2): 53–64.
- Schiavon M., Pizzeghello D., Muscolo A., Vaccoro S., Francioso O., Nardi S. 2010. High molecular size humic substances enhance phytylpropanoid metabolism in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Chemical Ecology* 36 (6): 662–669. DOI: 10.1007/s10886-010-9790-6
- Stępień A., Wojtkowiak K., Orzech K., Wiktorowski A. 2016. Zmiana wartości odżywczej i technologicznej ziarna pszenicy zwyczajnej i pszenicy orkisz pod wpływem nawożenia mineralnego i organicznego stymulatora Nano-Gro®. [Nutritional and technological characteristics of common and spelt wheats are affected by mineral fertilizer and organic stimulator Nano-Gro®]. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura* 15 (2): 49–63.
- Tejada M., Rodríguez-Morgado B., Gómez I., Franco-Andreu L., Benítez C., Parrado J. 2016. Use of biofertilizers obtained from sewage sludges on maize yield. *European Journal of Agronomy* 78: 13–19. DOI: 10.1016/j.eja.2016.04.014