

Instytut Nauk Rolniczych, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie
ul. Pocztowa 54, 22-100 Chełm, Polska
e-mail: akocira@pwsz.chelm.pl

NATALIA NOWOSAD^{ORCID}, ANNA KOCIRA^{ORCID},
RAFAŁ KORNAS^{ORCID}

Oplacalność stosowania biostymulatorów w uprawie fasoli zwykłej (*Phaseolus vulgaris* L.) odmiany ‘Orzeł’

Profitability of using biostimulants in cultivation
of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) ‘Orzeł’

Streszczenie. Celem pracy była ocena opłacalności stosowania biostymulatorów w uprawie fasoli zwykłej (*Phaseolus vulgaris* L.) odmiany ‘Orzeł’. Badania polowe przeprowadzono w latach 2016–2018. Nasiona fasoli odmiany ‘Orzeł’ wysiewano w każdym roku badań, w pierwszej dekadzie maja. W okresie wegetacji zastosowano biostymulatory: Asahi SL (w stężeniu 0,1 i 0,2%), Kelpak SL (w stężeniu 0,7 i 1%) i Terra Sorb Complex (w stężeniu 0,3 i 0,5%), w formie jednokrotnego (BBCH 12–13) lub dwukrotnego oprysku (BBCH 12–13 i BBCH 61). Po zbiorze roślin określono plon nasion ($t \cdot ha^{-1}$) z każdego poletka i obiektu badawczego oraz dokonano oceny opłacalności stosowania biostymulatorów. Zwiększyły one istotnie plon nasion fasoli o 14% i pozytywnie wpłynęły na opłacalność ich stosowania, jednak uzyskany efekt zależał od stężenia preparatu i przebiegu pogody w latach badań. W 2016 i 2017 r. najbardziej ekonomicznie opłacalne okazało się jednokrotne stosowanie Asahi SL, niezależnie od zastosowanego stężenia. Natomiast w 2018 r. korzystniejsze było jednokrotne stosowanie 0,2% roztworu tego preparatu, jak też jednokrotna aplikacja preparatu Kelpak SL w stężeniu 0,7%. Podsumowując, najbardziej opłacalne w ocenianym 3-leciu było jednokrotne (BBCH 12–13) stosowanie Asahi SL w wyższym stężeniu (0,2%).

Słowa kluczowe: *Phaseolus vulgaris*, biostymulatory, opłacalność uprawy, aminokwasy, *Ecklonia maxima*, związki nitrofenolowe

WSTĘP

W produkcji rolniczej ciągle poszukiwane są rozwiązania technologiczne, które umożliwią uzyskanie wysokich i dobrych jakościowo plonów, zwłaszcza w przypadku wystąpienia warunków stresowych. Szczególnie wydaje się to uzasadnione w uprawie

fasoli i innych roślin wrażliwych na abiotyczne warunki stresowe, zwłaszcza niskie temperatury [Kocira i in. 2017, Szparaga i in. 2018]. Jednym z rozwiązań jest stosowanie biostymulatorów, które pozytywnie wpływają na wzrost, rozwój i plonowanie roślin, nawet po wystąpieniu czynników stresowych, jak ekstremalne temperatury, susza, zasolenie, zanieczyszczenie środowiska metalami ciężkimi czy działalność szkodników lub patogenów [Calvo i in. 2014]. Biostymulatory mogą być pochodzenia naturalnego lub syntetycznego. Do naturalnych zalicza się m.in. preparaty oparte na wolnych aminokwasach, związkach humusowych, wyciągach z owoców lub alg morskich, chitynie i chitozanie oraz efektywnych mikroorganizmach. Do biostymulatorów syntetycznych zalicza się preparaty zawierające związki fenolowe, regulatory wzrostu, sole nieorganiczne i składniki pokarmowe: glin, kobalt, sód, selen, tytan, krzem [Calvo i in. 2014, Du Jardin 2015, Szparaga i in. 2018]. Efektywność działania biostymulatorów zależy od ich rodzaju, stężenia, sposobu aplikacji (dolistna lub doglebowa) preparatu, jak również od gatunku i odmiany rośliny uprawnej, fazy fenologicznej i warunków środowiskowych [Ertani i in. 2014, Marhoon i Abbas 2015].

Celem niniejszych badań była ocena opłacalności dolistnej aplikacji trzech biostymulatorów, zawierających różne substancje czynne, w uprawie fasoli zwykłej (*Phaseolus vulgaris* L.) odmiany 'Orzeł'.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe prowadzono w latach 2016–2018 na polach doświadczalnych Instytutu Nauk Rolniczych Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Chełmie, położonych w miejscowości Perespa (50°66'N, 23°63'E), w województwie lubelskim. Doświadczenie założono w układzie bloków losowych w czterech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 10 m², na glebie należącej do podtypu rędziny brunatne, zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej IIIa. Gleba charakteryzowała się zasadowym odczynem (pH w 1 M KCl – 7,4), średnią zasobnością w przyswajalne formy fosforu (55,4–62,5 mg P·kg⁻¹), potasu (127–141,9 mg K·kg⁻¹) i magnezu (62–68 mg Mg·kg⁻¹). Przedplonem fasoli była pszenica ozima, po jej zbiorze przeprowadzono zabiegi uprawowe i pielęgnacyjne zgodnie z zasadami dobrej praktyki rolniczej. Nawożenie mineralne stosowano na stałym poziomie, w obrębie wszystkich kombinacji doświadczalnych, w dawkach 30 kg N·ha⁻¹, 60 kg P₂O₅·ha⁻¹ i 120 kg K₂O·ha⁻¹. Nasiona fasoli zwykłej odmiany 'Orzeł' wysiewano w pierwszej dekadzie maja na głębokość 3–4 cm, w rzędy co 45 cm, w obsadzie 30 roślin na 1 m².

W określonych fazach BBCH zastosowano biostymulatory: Asahi SL, Kelpak SL i Terra Sorb Complex, zgodnie ze schematem doświadczenia (tab. 1). Otrzymane wyniki porównywano z obiektem kontrolnym, w którym do opryskiwania roślin używano czystej wody.

Biostymulator Asahi SL zawiera związki nitrofenolowe: 0,3% para-nitrofenolanu sodu, 0,2% orto-nitrofenolanu sodu i 0,1% 5-nitrogwajakolanu sodu. Z kolei Kelpak SL zawiera ekstrakt z alg morskich gatunku *Ecklonia maxima*, zaś Terra Sorb Complex 20% wolnych aminokwasów.

Tabela 1. Schemat stosowania biostymulatorów
Table 1. Scheme of biostimulants application

Biostymulator Biostimulant	Liczba oprysków (faza rozwoju) Number of spraying (growth stage)	Stężenie Concentration (%)	Symbol kombinacji Combination symbol
Asahi SL	jedenkrotny oprysk (BBCH 12–13) single spraying (BBCH 12–13)	0,1	As1
		0,2	As2
	dwukrotny oprysk (BBCH 12–13 i BBCH 61) double spraying (BBCH 12–13 and BBCH 61)	0,1	As3
		0,2	As4
Kelpak SL	jedenkrotny oprysk (BBCH 12–13) single spraying (BBCH 12–13)	0,7	Ke1
		1,0	Ke2
	dwukrotny oprysk (BBCH 12–13 i BBCH 61) double spraying (BBCH 12–13 and BBCH 61)	0,7	Ke3
		1,0	Ke4
Terra Sorb Complex	jedenkrotny oprysk (BBCH 12–13) single spraying (BBCH 12–13)	0,3	Te1
		0,5	Te2
	dwukrotny oprysk (BBCH 12–13 i BBCH 61) double spraying (BBCH 12–13 and BBCH 61)	0,3	Te3
		0,5	Te4

Rośliny opryskiwano opryskiwaczem plecakowym Garland Fum 12B. Zastosowano rozpylacz Lechler LU 120–03, ciśnienie robocze 0,30 MPa, zużywając 300 l cieczy roboczej na 1 ha. Zaobserwowano, że liczebność organizmów szkodliwych (szkodniki, patogeny chorób) nie przekroczyła progu szkodliwości, dlatego w uprawie fasoli nie zastosowano pestycydów. Przebieg pogody dotyczący średnich temperatur i sumy opadów w okresie wegetacji fasoli przedstawiono w tabeli 2.

Przed zbiorem roślin w fazie BBCH 89 (trzecia dekada sierpnia) każdego analizowanego sezonu wegetacyjnego wybrano losowo po 20 roślin z każdego poletka, z których określono plon nasion ($t \cdot ha^{-1}$). Opłacalność stosowania biostymulatorów obliczono na podstawie analizy wartości przyrostu plonu, wynikającego z zastosowania biostymulatorów i kosztów związanych z ich stosowaniem. Wartość przyrostu plonu wynikającego z zastosowania biostymulatorów obliczono według następującej formuły:

$$WPP = PPWK \times CN = (PNB - PNK) \times CN$$

gdzie:

WPP – wartość przyrostu plonu ($PLN \cdot ha^{-1}$),

PPWK – przyrost plonu względem kontroli ($t \cdot ha^{-1}$),

PNB – plon nasion w kombinacji z aplikacją biostymulatora ($t \cdot ha^{-1}$),

PNK – plon nasion w obiekcie kontrolnym ($t \cdot ha^{-1}$),

CN – cena nasion ($PLN \cdot t^{-1}$).

Tabela 2. Warunki meteorologiczne w okresach wegetacyjnych w latach 2016–2018, Perespa
Table 2. Meteorological conditions during the growing seasons in 2016–2018, Perespa

Miesiąc Month	Rok – Year						Średnia z lat 2002–2015 Average from 2002–2015	
	2016		2017		2018		T (°C)	opady rainfall (mm)
	T (°C) średnia average (min/max)	opady rainfall (mm)	T (°C) średnia average (min/max)	opady rainfall (mm)	T (°C) średnia average (min/max)	opady rainfall (mm)		
IV	9,2 (-1,2/22,6)	68,4	7,7 (-1,6/23,3)	37,2	11,5 (-1,0/23,1)	29,6	8,6	41,9
V	13,8 (2,6/26,7)	61,3	13,7 (-1,4/26,9)	100,0	14,2 (1,9/25,8)	54,7	12,6	64,1
VI	18,1 (4,2/31,5)	97,1	18,3 (5,7/30,2)	38,6	18,0 (5,2/30,6)	77,1	17,8	68,3
VII	19,5 (8,8/31,2)	107,6	18,5 (5,3/32,9)	61,1	19,1 (7,6/32,4)	93,7	18,8	79,4
VIII	18,2 (7,1/30,7)	95,3	19,5 (4,3/34,4)	25,5	19,8 (6,3/31,9)	64,5	19,5	71,5
IX	15,2 (1,6/28,7)	41,2	13,2 (-0,3/27,3)	100,4	15,1 (1,9/26,9)	44,3	14,0	69,6
Średnia lub suma Average or sum	17,1	470,9	15,2	362,8	16,3	363,9	15,2	394,8

Koszty związane ze stosowaniem biostymulatorów w uprawie fasoli obliczono na podstawie następującej formuły:

$$KSB = KZB + KWO$$

gdzie:

KSB – koszty stosowania biostymulatora,

KZB – koszt zakupu biostymulatora,

KWO – koszt wykonania oprysku biostymulatorem.

W celu obliczenia opłacalności stosowania biostymulatorów przyjęto:

– cenę skupu nasion w latach 2016, 2017 i 2018 – 7000 PLN·t⁻¹, jest to średnia cena hurtowa skupu nasion w przedsiębiorstwach zajmujących się skupem nasion fasoli w powiecie hrubieszowskim, tomaszowskim i zamojskim;

– koszt wykonania jednokrotnego oprysku biostymulatorem 60 PLN;

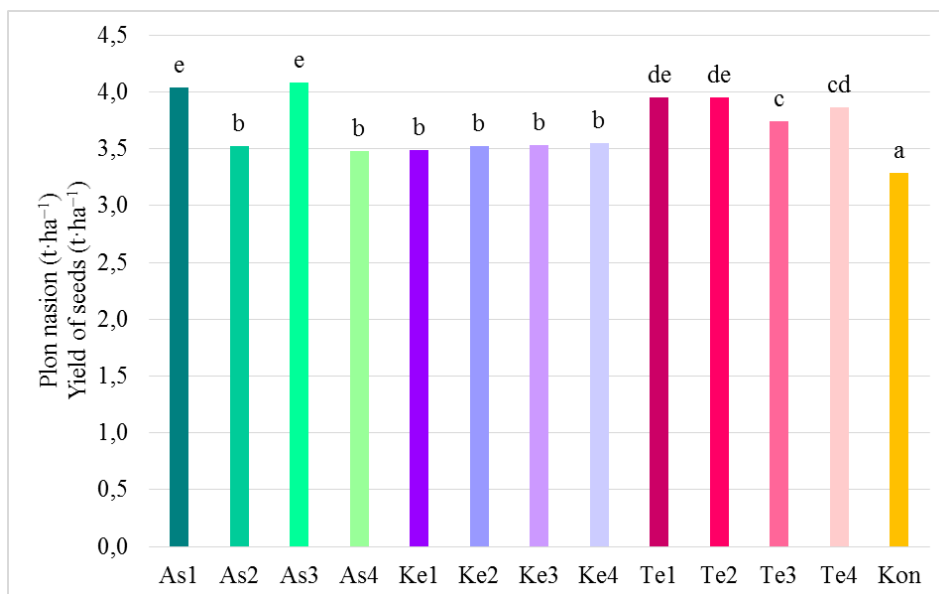
– koszt zakupu biostymulatorów w latach 2016 i 2017: 110 PLN za 1 l Asahi SL, 55 PLN za 1 l Kelpak SL i 60 PLN za 1 l Terra Sorb Complex, a w 2018 r.: 113 PLN za 1 l Asahi SL, 55 PLN za 1 l Kelpak SL i 63 PLN za 1 l Terra Sorb Complex.

Analizę statystyczną plonu nasion wykonano za pomocą programu Statistica 10 PL firmy StatSoft®. Normalność rozkładu zmiennych zbadano za pomocą testu Shapiro-

-Wilka. Do opracowania uzyskanych wyników badań zastosowano analizę wariancji ANOVA. Istotność zróżnicowania średnich określono za pomocą testu Tukeya przy poziomie istotności $\alpha < 0,05$.

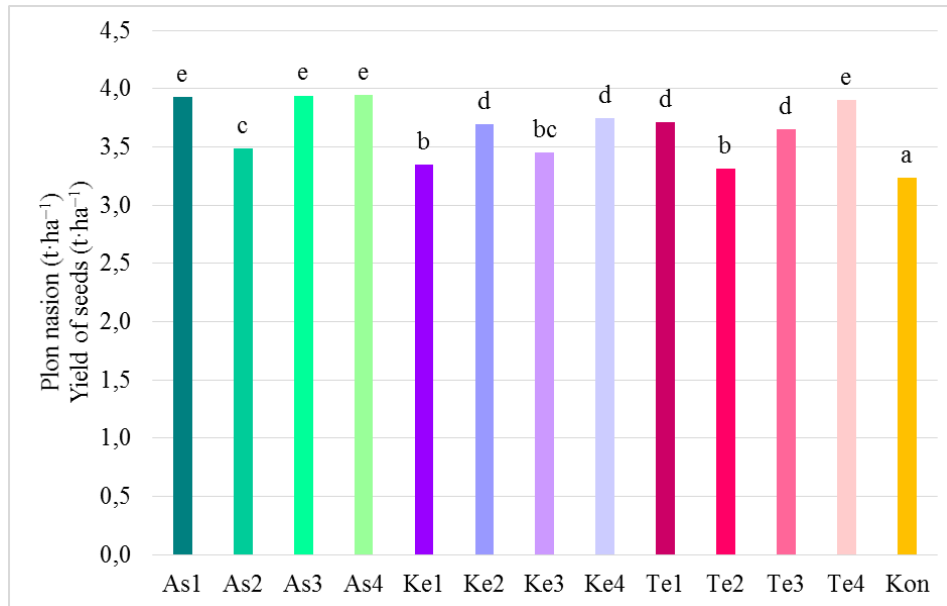
WYNIKI

Zastosowane biostymulatory korzystnie wpłynęły na przyrost plonu nasion fasoli odmiany ‘Orzeł’, średnio o 14% w stosunku do kontroli. W efekcie tego opłacalność stosowania preparatów wyniosła średnio 2714 PLN·ha⁻¹. Analizując plon nasion, stwierdzono, że najlepsze efekty uzyskano w 2016 r. po jednokrotnym (BBCH 12–13) stosowaniu Asahi SL, niezależnie od stężenia (rys. 1), w 2017 r. po zastosowaniu Asahi SL, z wyjątkiem dwukrotnej aplikacji tego preparatu w niższym stężeniu (0,1%), oraz po dwukrotnej aplikacji (BBCH 12–13 i BBCH 61) roztworu 0,5% Terra Sorb Complex (rys. 2), w 2018 r. po jednokrotnej aplikacji Kelpak SL w niższym stężeniu (0,7%), jak również po jednokrotnym zastosowaniu Asahi SL w wyższym stężeniu (0,2%) (rys. 3). Z kolei wyniki uzyskane z syntezy z trzech lat badań potwierdziły, że największy przyrost plonu nasion stwierdzono po jednokrotnej aplikacji (BBCH 12–13) Asahi SL w wyższym stężeniu (0,2%) (rys. 4).



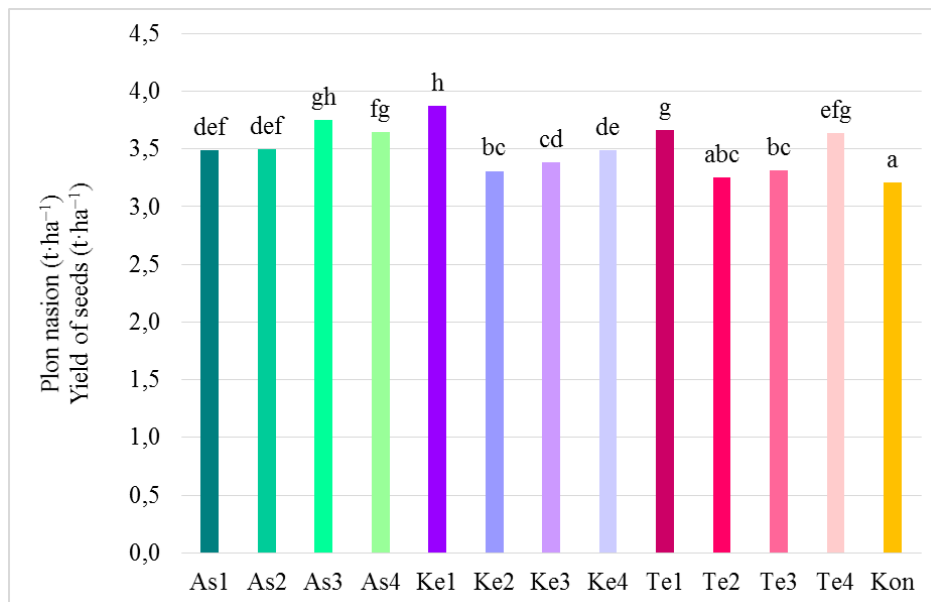
Rys. 1. Wpływ biostymulatorów na plon nasion fasoli zwykłej odmiany ‘Orzeł’ w 2016 r.;
Kon – kontrola

Fig. 1. Impact of biostimulants on the bean seed yield of ‘Orzeł’ cultivar in 2016; Kon – control



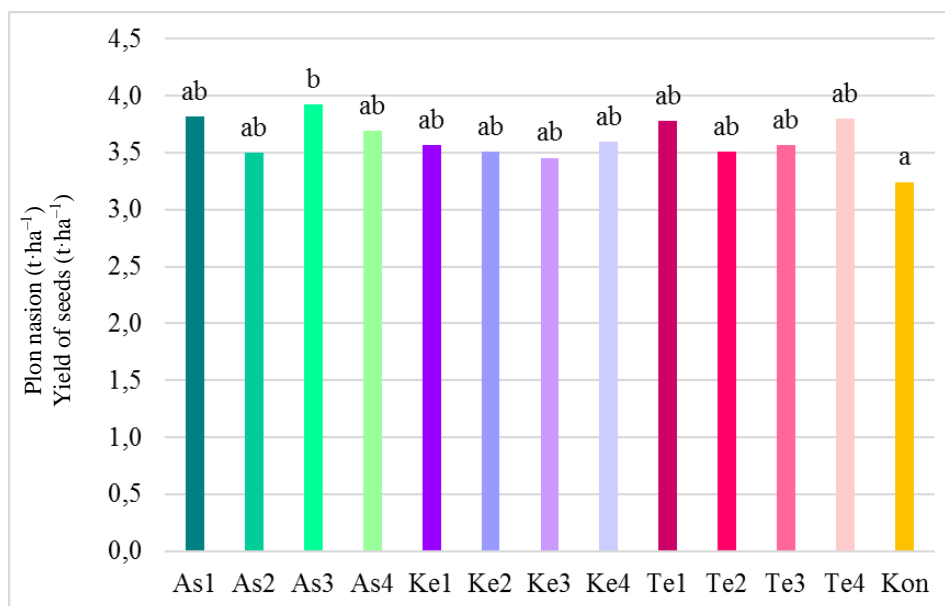
Rys. 2. Wpływ biostymulatorów na plon nasion fasoli zwykłej odmiany 'Orzeł' w 2017 r.;
Kon – kontrola

Fig. 2. Impact of biostimulants on the bean seed yield of 'Orzeł' cultivar in 2017; Kon – control



Rys. 3. Wpływ biostymulatorów na plon nasion fasoli zwykłej odmiany 'Orzeł' w 2018 r.;
Kon – kontrola

Fig. 3. Impact of biostimulants on the bean seed yield of 'Orzeł' cultivar in 2018; Kon – control



Rys. 4. Wpływ biostymulatorów na plon nasion fasoli zwykłej odmiany ‘Orzeł’ – średnia z lat 2016–2018; Kon – kontrola

Fig. 4. Impact of biostimulants on the bean seed yield of ‘Orzeł’ cultivar – average from 2016–2018; Kon – control

Tabela 3. Opłacalność stosowania biostymulatorów w uprawie fasoli w 2016 r.
Table 3. Profitability of using biostimulants in bean cultivation in 2016

Kombinacja Combination	Przyrost plonu względem kontroli Yield increase relative to control (t·ha ⁻¹)	Wartość przyrostu plonu Value of the yield increase (PLN·ha ⁻¹)	Koszty Total costs (PLN·ha ⁻¹)	Opłacalność stosowa- nia biostymulatora Profitability of using a biostimulant (PLN·ha ⁻¹)
As1	0,75	5250	93	5157
As2	0,22	1540	186	1354
As3	0,79	5530	126	5404
As4	0,19	1330	252	1078
Ke1	0,20	1400	176	1224
Ke2	0,23	1610	352	1258
Ke3	0,24	1680	225	1455
Ke4	0,26	1820	450	1370
Te1	0,65	4550	114	4436
Te2	0,66	4620	228	4392
Te3	0,45	3150	150	3000
Te4	0,57	3990	300	3690

Tabela 4. Opłacalność stosowania biostymulatorów w uprawie fasoli w 2017 r.
Table 4. Profitability of using biostimulants in bean cultivation in 2017

Kombinacja Combination	Przyrost plonu względem kontroli Yield increase relative to control (t·ha ⁻¹)	Wartość przyrostu plonu Value of the yield increase (PLN·ha ⁻¹)	Koszty Total costs (PLN·ha ⁻¹)	Opłacalność stosowa- nia biostymulatora Profitability of using a biostimulant (PLN·ha ⁻¹)
As1	0,70	4900	93	4807
As2	0,26	1820	186	1634
As3	0,71	4970	126	4844
As4	0,72	5040	252	4788
Ke1	0,11	770	176	594
Ke2	0,46	3220	352	2868
Ke3	0,22	1540	225	1315
Ke4	0,52	3640	450	3190
Te1	0,48	3360	114	3246
Te2	0,08	560	228	332
Te3	0,42	2940	150	2790
Te4	0,67	4690	300	4390

Tabela 5. Opłacalność stosowania biostymulatorów w uprawie fasoli w 2018 r.
Table 5. Profitability of using biostimulants in bean cultivation in 2018

Kombinacja Combination	Przyrost plonu względem kontroli Yield increase relative to control (t·ha ⁻¹)	Wartość przyrostu plonu Value of the yield increase (PLN·ha ⁻¹)	Koszty Total costs (PLN·ha ⁻¹)	Opłacalność stosowa- nia biostymulatora Profitability of using a biostimulant (PLN·ha ⁻¹)
As1	0,28	1960	94	1866
As2	0,29	2030	188	1842
As3	0,54	3780	128	3652
As4	0,44	3080	256	2824
Ke1	0,67	4690	176	4514
Ke2	0,10	700	352	348
Ke3	0,17	1190	225	965
Ke4	0,28	1960	450	1510
Te1	0,45	3150	117	3033
Te2	0,05	350	234	116
Te3	0,10	700	156	544
Te4	0,42	2940	312	2628

Tabela 6. Opłacalność stosowania biostymulatorów w uprawie fasoli – średnia z lat 2016–2018
 Table 6. Profitability of using biostimulants in bean cultivation – average from 2016–2018

Kombinacja Combination	Przyrost plonu względem kontroli Yield increase relative to control (t·ha ⁻¹)	Wartość przyrostu plonu Value of the yield increase (PLN·ha ⁻¹)	Koszty Total costs (PLN·ha ⁻¹)	Opłacalność stosowa- nia biostymulatora Profitability of using a biostimulant (PLN·ha ⁻¹)
As1	0,58	4060	93,5	3966,5
As2	0,26	1820	187	1633
As3	0,68	4760	127	4633
As4	0,45	3150	254	2896
Ke1	0,33	2310	176	2134
Ke2	0,26	1820	352	1468
Ke3	0,21	1470	225	1245
Ke4	0,35	2450	450	2000
Te1	0,53	3710	115,5	3594,5
Te2	0,26	1820	231	1589
Te3	0,32	2240	153	2087
Te4	0,55	3850	306	3544

Wykazano, że w 2016 r. opłacalność stosowania biostymulatorów w uprawie fasoli mieściła się w zakresie 1078–5404 PLN·ha⁻¹ (tab. 3). Rośliny najlepiej reagowały na jednokrotną aplikację Asahi SL (rośliny w fazie BBCH 12–13) w niższym (0,1%) lub wyższym (0,2%) stężeniu, którym odpowiadała opłacalność stosowania preparatu: 5157 i 5404 PLN·ha⁻¹. Spośród wszystkich kombinacji preparatów najmniej opłacalne było dwukrotne stosowanie biostymulatora Asahi SL w fazach BBCH 12–13 i BBCH 61 w stężeniu 0,2% (1078 PLN·ha⁻¹). Z kolei dobre efekty dało zastosowanie Terra Sorb Complex w uprawie fasoli, opłacalność stosowania tego preparatu wynosiła 3000–4436 PLN·ha⁻¹.

Opłacalność stosowania biostymulatorów w 2017 r. wynosiła od 332 do 4844 PLN·ha⁻¹ (tab. 4). Najbardziej opłacalne było stosowanie w uprawie fasoli biostymulatora Asahi SL, szczególnie jednokrotnej aplikacji (w fazie BBCH 12–13) preparatu w niższym (0,1%) lub wyższym (0,2%) stężeniu, jak również dwukrotnej aplikacji 0,2% roztworu biostymulatora w fazach BBCH 12–13 i BBCH 61. Dwukrotna aplikacja biostymulatora opartego na aminokwasach (Terra Sorb Complex) w stężeniu 0,3% okazała się najmniej opłacalna (332 PLN·ha⁻¹).

W ostatnim roku badań opłacalność stosowania biostymulatorów wynosiła od 116 do 4514 PLN·ha⁻¹ (tab. 5). Fasola najlepiej reagowała na jednokrotne stosowanie roztworu Kelpak SL 0,7% w fazie BBCH 12–13 – opłacalność zastosowania preparatu wynosiła 4514 PLN·ha⁻¹. Dobre efekty uzyskano też po zastosowaniu roztworu Asahi SL 0,2% w fazie BBCH 12–13 (opłacalność jego stosowania wynosiła 3652 PLN·ha⁻¹). Z kolei najmniej opłacalne w tym roku było dwukrotne stosowanie roztworu Terra Sorb Complex 0,3%, tj. w fazach BBCH 12–13 i BBCH 61 (116 PLN·ha⁻¹).

Podsumowując, opłacalność stosowania biostymulatorów w latach 2016–2018 wynosiła od 1245 do 4633 PLN·ha⁻¹ (tab. 6). Stwierdzono, że najbardziej opłacalne w uprawie fasoli było jednokrotne opryskiwanie roślin 0,2 lub 0,1% roztworem Asahi SL w fazie BBCH 12–13, kiedy uzyskano odpowiednio 4633 i 3966,5 PLN·ha⁻¹. Z kolei najmniej opłacalna okazała się jednokrotna aplikacja wyższego (1%) stężenia Kelpak SL (1245 PLN·ha⁻¹), kiedy rośliny były w fazie BBCH 12–13.

DYSKUSJA

Badania własne potwierdziły, że zastosowanie biostymulatorów pochodzenia naturalnego lub syntetycznego zwiększa opłacalność uprawy fasoli zwykłej odmiany 'Orzeł'. We wcześniejszych badaniach również stwierdzono, że dolistna aplikacja biostymulatorów Terra Sorb Complex, Kelpak SL i Asahi SL zwiększa opłacalność uprawy dwóch odmian soi 'Mavka' i 'Annushka' [Kocira 2017].

Z kolei Budzyński i in. [2008] stwierdzili, że stosowanie Asahi SL generowało tylko 2–4% kosztów zmiennych w intensywnej technologii produkcji nasion rzepaku ozimego, co przyczyniło się do wzrostu nadwyżki bezpośredniej i uzasadnia stosowanie tego biostymulatora w uprawach roślin. Ponadto Zarzecka i in. [2018] wykazali, że najlepszy efekt ekonomiczny w uprawie ziemniaka uzyskano po zastosowaniu Asahi SL. Liczne badania prowadzone na roślinach uprawnych dowiodły, że stosowanie biostymulatorów naturalnych zwiększyło opłacalność uprawy ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.), fasoli mung (*Vigna radiata* L. Wilczek), bazylii (*Ocimum sanctum* L.), gujawy pospolitej (*Psidium guajava* L.), ryżu (*Oryza*) i *Andrographis paniculata* (Burm. F.) Nees. [Prabhu i in. 2009, 2010, Pramanick i in. 2014, Dwivedi i in. 2016, Sau i in. 2016].

WNIOSKI

Stosowanie biostymulatorów korzystnie wpłynęło na przyrost plonu nasion fasoli, a tym samym zwiększyło opłacalność uprawy, jednak uzyskany efekt determinowany był sposobem aplikacji preparatów i warunkami klimatycznymi panującymi w latach badań.

Najskuteczniejsze i ekonomicznie uzasadnione okazało się jednokrotne stosowanie biostymulatora Asahi SL w roztworze 0,2%.

Przy jednokrotnej aplikacji preparatu Kelpak SL w niższym stężeniu (0,7%) na efekt produkcyjny, a w konsekwencji na opłacalność uprawy fasoli decydujący wpływ miały warunki klimatyczne.

PIŚMIENNICTWO

- Budzyński W., Dubis B., Jankowski A., 2008. Response of winter oilseed rape to the biostimulator Asahi SL applied in spring. W: Z.T. Dąbrowski (red.), *Biostimulators in modern agriculture: field crops*. Wieś Jutra, Warszawa, 47–55.

- Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W., 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil* 383(1–2), 3–41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>
- Du Jardin P., 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Sci. Hortic.*, 196, 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Dwivedi S.K., Kumar A., Pal A., Sriwastava L.K., Meshram M., 2016. Effect of seaweed saps on growth, nutrient uptake and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Appl. Biol. Res.* 18(1), 1–7. <https://doi.org/10.5958/0974-4517.2016.00001.X>
- Ertani A., Pizzeghello D., Francioso O., Sambo P., Sanchez-Cortez S., Nadi S., 2014. *Capsicum chinensis* L. growth and nutraceutical properties are enhanced by biostimulants in a long-term period: chemical and metabolomics approaches. *Front. Plant Sci.* 5, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00375>
- Kocira A., 2017. Biostymulatory w uprawie soi jako czynnik determinujący cechy biometryczne, plon i skład chemiczny nasion. *Monogr. Rozpr. Nauk. IUNG* 54, 84–88.
- Kocira A., Kocira S., Świeca M., Złotek U., Jakubczyk A., Kapela K., 2017. Effect of foliar application of a nitrophenolate-based biostimulant on the yield and quality of two bean cultivars. *Sci. Hortic.* 214, 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.11.021>
- Marhoon I.A., Abbas M.K., 2015. Effect of foliar application of seaweed extract and amino acids on some vegetative and anatomical characters of two sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. *Int. J. Res. Stud. Agric. Sci. (IJRSAS)*, 1(1), 35–44.
- Prabhu M., Kumar A.R., Rajamani K., 2009. Influence of bio-stimulants on growth, yield and economics of kalmegh, *Andrographis paniculata*. *Madras Agric. J.* 96(1–6), 150–155.
- Prabhu M., Kumar A.R., Rajamani K., 2010. Influence of different organic substances on growth and herb yield of sacred basil (*Ocimum sanctum* L.). *Ind. J. Agric. Res.* 44, 48–52.
- Pramanick B., Bramachari K., Ghosh A., Zodape S.T., 2014. Foliar nutrient management through *Kappaphycus* and *Gracilaria* saps in rice-potato-green gram crop sequence. *J. Sci. Ind. Res.* 73, 613–617.
- Sau S., Sarkar S., Sarkar T., Ghosh B., 2016. Influential role of Biozyme on yield, leaf nutrient and quality of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Allahabad safeda. *Bioscan, Suppl. Agron.* 11(4), 2679–2682.
- Szparaga A., Kocira S., Kocira A., Czerwińska E., Świeca M., Lorencowicz E., Koszel M., Oniszczuk T., 2018. Modification of growth, yield, and the nutraceutical and antioxidative potential of soybean through the use of synthetic biostimulants. *Front. Plant Sci.* 9, 1401. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01401>
- Zarzecka K., Gugala M., Głuszczyk B., Mystkowska I., 2018. Ekonomiczne uzasadnienie stosowania herbicydów i biostymulatorów w uprawie ziemniaków jadalnych. *Rocz. Nauk. Stow. Ekon. Rol. Agrobiz.* 20, 169–173.

Źródło finansowania: Badania zostały sfinansowane ze środków PWSZ w Chełmie.

Summary. The aim of the study was to evaluate the profitability of using the biostimulants in cultivation of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) ‘Orzeł’. The field studies were carried out in 2016–2018. Bean seeds of ‘Orzeł’ cultivar were sown every year in the first 10-day period of May. During the growing season, following biostimulants were used: Asahi SL (at concentration 0.1 and 0.2%), Kelpak SL (at concentration 0.7 and 1%), Terra Sorb Complex (at concentration 0.3 and 0.5%), in the form of a single (BBCH 12–13) or double spraying (BBCH 12–13 and BBCH 61). After harvesting the plants, the seed yield ($t\cdot ha^{-1}$) from each plot was determined and the profitability of using biostimulants was assessed. The biostimulants used increased the bean seed yield in 14% and had a positive effect on the profitability of using the preparations, however, the effect obtained depended on the concentration and climatic conditions during the study years. In

2016 and 2017, single spraying with both Asahi SL concentrations was economically the most profitable. On the other hand, in the last year of study, it was more advantageous to apply higher concentration of this preparation, as well as to apply Kelpak SL at lower concentration. Single spraying (BBCH 12–13) at higher concentration (0.2%) of Asahi SL was the most cost-effective.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, biostimulants, profitability of cultivation, amino acids, *Ecklonia maxima*, nitrophenolic compounds

Otrzymano – Received: 5.09.2019
Zaakceptowano – Accepted: 14.02.2020