

WPLYW WYBRANYCH BIOSTYMULATORÓW NA WZROST I PLONOWANIE ROŚLIN TRUSKAWKI 'ELKAT'

INFLUENCE OF SELECTED BIOSTIMULANTS ON THE GROWTH AND YIELDING OF 'ELKAT' STRAWBERRY PLANTS

Jacek Filipczak, Edward Żurawicz, Lidia Sas Paszt

Instytut Ogrodnictwa

ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice

Abstract

The aim of the study conducted in 2007-2009 was to evaluate the effectiveness of selected biostimulants in improving the growth and yielding of strawberry plants of the cultivar 'Elkat'. The experiment was established on microplots of the Experimental Station of the Faculty of Agriculture and Biology of the University of Life Sciences in Skierniewice. A microplot consisted of a stoneware cylinder, 1.2 m tall and 40 cm in diameter, embedded in the ground and filled with a podsolic soil. The soil for the microplots came from an experimental field with low levels of minerals, which had not been fertilized since 1922. The experiment included 16 combinations: foliar biostimulants (BioFeed Grow + BioFeed Quality, Ausma and Glukos K), biostimulants applied to the soil (Bioilsa and BioFeed Ecomix), and also combined applications of these foliar and soil-applied biostimulants. A separate combination involved mineral NPK fertilization. The control consisted of plants growing on the plots without the use of NPK fertilizers or biostimulants. The biostimulants applied to the soil, and also in conjunction with foliar biostimulants, significantly increased the size and quality of the fruit crop of 'Elkat' strawberry plants. Plants treated with the soil-applied biostimulants with the addition of PK produced yields similar to those of the plants fertilized with mineral NPK fertilizers. In comparison with mineral NPK fertilization, the tested biostimulants had no significant influence on fruit firmness or the soluble solids and ascorbic acid contents. However, in comparison with the control (without fertilization) the tested biostimulants significantly increased fruit yield, soluble solids content of the fruit, plant growth vigor and leaf chlorophyll index. It was found that the use of biostimulants in the cultivation of strawberry is a safe, effective and economically viable alternative to mineral nitrogen fertilization, which is particularly important in organic production.

Key words: *Fragaria* × *ananassa*, biological preparations, plant growth and yielding, strawberry fruit quality

WSTĘP

W nowoczesnym rolnictwie dąży się do ograniczenia stosowania nawozów mineralnych i chemicznych środków ochrony roślin, jak herbicydy, insektycydy i fungicydy, a coraz częściej wdrażane są preparaty pochodzenia naturalnego. Preparaty te nazywa się: regulatorami wzrostu i rozwoju roślin, czyli biostymulatorami (Maciejewski i in. 2007), stymulatorami wzrostu i odżywiania roślin (Joubert i Lefranc 2008), stymulatorami odporności (Koziara i in. 2006; Joubert i Lefranc 2008), preparatami wzbogaconymi pożytecznymi mikroorganizmami (Sas Paszt i in. 2015), preparatami zawierającymi efektywne mikroorganizmy (Boliłowa i Gleń 2008; Derkowska i in. 2015; Kaczmarek i in. 2008; Vessey 2003), naturalnymi wyciągami roślinnymi lub zwierzęcymi (Sas Paszt i in. 2010; Dobrzański i in. 2008; Lisecka i in. 2011), a także środkami poprawiającymi żyzność gleby, zwanymi także użyźniaczami glebowymi (Zarzecka i Guła 2012).

Rolnictwo jest gałęzią gospodarki, która w największym stopniu uzależniona jest od warunków klimatycznych (Maciejewski i in. 2007; Szejnkowski i in. 2008). Globalne zmiany klimatu i anomalie pogodowe bezpośrednio lub pośrednio wpływają na występowanie i natężenie stresów abiotycznych w uprawach roślin. McKeown i in. (2006) wykazali, że stresy środowiskowe mogą powodować straty w plonach roślin uprawnych do około 30%. Natomiast Anioł i in. (2008), a także Matysiak (2010) szacują, iż różnica między tzw. plonem potencjalnym obecnych odmian roślin uprawnych, tj. uzyskiwanym w optymalnych warunkach wzrostu a plonem uzyskanym w niekorzystnych warunkach wzrostu roślin (obniżonym przez choroby, szkodniki i chwasty, a także abiotyczne czynniki stresowe) w ekstremalnych warunkach wynosi nawet 70%. Dlatego przedmiotem wielu badań naukowych jest poszukiwanie nowych rozwiązań, mających na celu zapewnienie roślinom jak najkorzystniejszych warunków wzrostu i plonowania. Osiągnięcie tego celu jest możliwe jeśli ograniczone będą stresy, a wtedy maksymalnie będzie wykorzystany potencjał plonotwórczy roślin uprawnych i gleby (Bezrukova i in. 2001; Basak i Mikos-Bielak 2008; Joubert i Lefranc 2008; Khan i in. 2009). Preparatami o dużej skuteczności stymulacji wzrostu i plonowania roślin są biostymulatory, czyli preparaty zawierające biologicznie czynne związki naturalne.

Osiągnięcie wysokiej jakości plonów o walorach prozdrowotnych oraz ochrona środowiska naturalnego i zdrowia człowieka jest głównym celem, jaki stawiają sobie producenci żywności. Cel ten można osiągnąć przez przeciwdziałanie występowaniu stresów i ograniczanie skutków

przez nie powodowanych. Wykaz substancji aktywnych środków ochrony roślin dopuszczonych do stosowania w Unii Europejskiej ciągle ulega zmianie i prowadzi do zmniejszania ich liczby. Tak więc ochrona roślin przed chorobami i szkodnikami dysponuje ograniczoną liczbą preparatów. W tej sytuacji najtańszą i najskuteczniejszą metodą ochrony roślin uprawnych staje się podwyższenie ich odporności, bądź tolerancji na stresy powodowane różnymi czynnikami abiotycznymi i biotycznymi, poprzez stosowanie substancji pochodzenia naturalnego (Pruszyński 2008). Z tego powodu również producenci owoców i warzyw coraz częściej stosują biostymulatory w uprawie roślin. Dane literaturowe wskazują, że biostymulatory są stosowane w produkcji roślinnej od wielu lat. W Polsce ich pozytywny wpływ na wzrost i rozwój roślin został udokumentowany przez wielu autorów (Żurawicz i in. 2004; Basak i Mikos-Bielak 2008; Ochmian i in. 2008; Marjańska-Cichoń i Sapieha-Waszkiwicz 2010, 2011), jednak mechanizm działania tych preparatów nie jest w pełni poznany. Liczne opracowania naukowe wskazują, że aplikacja biostymulatorów wpływa pozytywnie na ogólną kondycję roślin, na ich wzrost oraz na wielkość i jakość uzyskiwanego plonu. Korzystny wpływ biostymulatorów jest szczególnie znaczący, gdy na rośliny oddziałują czynniki stresogenne (Przybysz 2009).

Celem pracy była ocena efektywności działania kilku wybranych biostymulatorów pochodzenia organicznego na wzrost i plonowanie roślin truskawki 'Elkat'.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w latach 2007–2009, na polu doświadczalnym Stacji Doświadczalnej SGGW w Skierniewicach, Polska Centralna (lat. 51.959°N, long. 20.139°E, altitude 126 m). Doświadczenie założono wiosną 2007 w układzie bloków losowych w czterech powtórzeniach. Poletkiem doświadczalnym (powtórzeniem) był zagłębiony w ziemi cylinder kamionkowy w kształcie walca, o wysokości 1,2 m i średnicy 40 cm, zwany dalej „kamionką”. Kamionki były oddalone od siebie o 0,2 m i wystawały nad powierzchnię ziemi na wysokość 10 cm. W 1987 roku kamionki napełniono glebą, którą pobrano z pola doświadczalnego Stacji Doświadczalnej SGGW w Skierniewicach, z zachowaniem występujących tam poziomów genetycznych profilu glebowego.

Przed posadzeniem roślin z kamionek usunięta została wierzchnia warstwa gleby do głębokości około 50 cm. W to miejsce wprowadzono warstwę gleby płowej, o niskiej zasobności w składniki mineralne. Glebę tę pobrano z poletek doświadczalnych, na których od 1922 roku nie stosowano

žadnego nawożenia mineralnego i organicznego. Gleba ta miała pH 6,0 i zawierała 1% próchnicy oraz $1,85 \text{ mg P} \cdot 100 \text{ mg}^{-1}$ gleby, $4,15 \text{ mg K} \cdot 100 \text{ mg}^{-1}$ gleby, $2,95 \text{ mg Mg} \cdot 100 \text{ mg}^{-1}$ gleby. Wiosną 2007 roku do każdej kamionki posadzono po 4 sadzonki truskawki odmiany 'Elkat', kategorii frigo A+ (o średnicy korony 15–18 mm). Dokładną charakterystykę odmiany 'Elkat' opisał Żurawicz (2005).

Zastosowane biostymulatory i ich charakterystyka (wg informacji producentów).

Biostymulatorami były: preparaty aplikowane dolistnie – Bio Feed Grow + Bio Feed Quality, Ausma i Glukos K oraz preparaty stosowane doglebowo – Bioilsa i Bio Feed Ecomix.

Bioilsa – to preparat doglebowy o stałej konsystencji, włoskiej firmy ILSA. Jest organicznym nawozem azotowym wytwarzanym poprzez hydrolizę białka z materii organicznej. Zawiera 12% azotu ogólnego. Stymuluje aktywność mikrobiologiczną gleby, ułatwiając mineralizację materii organicznej i naturalne uwalnianie azotu i innych mikroelementów. Produkt jest przyjazny dla środowiska, ponieważ zmniejsza wymywanie składników mineralnych w głąb profilu glebowego i może być stosowany w produkcji ogrodniczej. Nawóz ten jest zarejestrowany w Polsce jako azotowy nawóz organiczny do produkcji ekologicznej.

Bio Feed-Ecomix – to granulowany nawóz doglebowy holenderskiej firmy AGROBIO. Jest to naturalny ekstrakt z roślin morskich i ziół, zawiera także białka pochodzenia zwierzęcego. Zawiera 7,5% N, 1,79% P i 3,32% K. Stymuluje wzrost i rozwój roślin.

Bio Feed-Grow – jest biostymulatorem płynnym holenderskiej firmy AGROBIO. Naturalny ekstrakt z ziół i roślin morskich. Ma działanie biostymulujące wzrost roślin i wpływa na zwiększenie odporności roślin na choroby. Zawiera 0,02% N, 0,02% P i 0,15% K.

Bio Feed-Quality – to produkt płynny holenderskiej firmy AGROBIO. Jest naturalnym ekstraktem z ziół i roślin morskich. Ma działanie nawozowe i biostymulujące. Stymuluje kwitnienie roślin i formowanie owoców, polepsza smak, jakość i zdolność przechowalniczą owoców. Zawiera 0,02% N i 0,16% K.

Ausma – jest produktem płynnym łotewskiej firmy BIOLAT, ekstraktem wodnym z igieł sosny i świerku. Zawiera naturalne stymulatory wzrostu, mikroelementy, witaminy rozpuszczalne w wodzie i inne biologicznie aktywne substancje. Hamuje rozwój niektórych grzybów, np. pleśni. Stosowany jest w małych stężeniach (0,1–0,2%), ma działanie biostymulujące. Zawiera 0,29% N; 0,12% P i 0,95% K.

Glucos K – to produkt płynny włoskiej firmy ILSA. Ma działanie nawozowe z właściwościami biostymulującymi. Jest naturalnym aktywatorem procesów biochemicznych w tkankach roślinnych oraz naturalnym komponentem indukującym dojrzewanie owoców i zwiększającym odporność roślin na stresy środowiskowe. Wpływa na wzrost tempa procesu fotosyntezy i oddychania oraz stymuluje proces dojrzewania owoców, a także poprawia smak owoców i wybarwienie. Zawiera 4,14% N; 2,07% P i 13,4% K.

Doświadczenie było dwuczynnikowe. Kombinacje doświadczalne obejmowały aplikacje doglebowe (czynnik A), w skład których wchodziła kombinacja z nawożeniem mineralnym NPK oraz dolistne (czynnik B). Uwzględniono także kontrolę (bez nawożenia). Doświadczenie stanowiło układ 16 kombinacji doświadczalnych, z czterema powtórzeniami (tab. 1). Powtórzeniem była kamionka (mikropletko), w której rosły 4 rośliny.

Tabela 1. Układ kombinacji doświadczalnych

Table 1. Experimental combination system

Aplikacje doglebowe (czynnik A) Soil applications (factor A)	Aplikacje dolistne (czynnik B) Foliar applications (factor B)				
	Kontrola Control	Bio Feed			
		Grow + Bio Feed Quality	Ausma	Glucos K	
	B1	B2	B3	B4	
Kontrola; Control	A1	A1 B1	A1 B2	A1 B3	A1 B4
Nawożenie mineralne NPK Mineral fertilization NPK	A2	A2 B1	A2 B2	A2 B3	A2 B4
Bioilsa + PK	A3	A3 B1	A3 B2	A3 B3	A2 B4
Bio Feed Ecomix + PK	A4	A4 B1	A4 B2	A4 B3	A2 B4

Objaśnienia: A1 B1 – kontrola zerowa – brak aplikacji dolistnych i doglebowych

A2 B1 – aplikacja nawozów mineralnych, bez stosowania biostymulatorów

Explanation: A1 B1 - Zero control - no foliar and soil applications

A2 B1 - Application of mineral fertilizers, without the use of biostimulators

Dawki nawozów i biostymulatorów na jedno mikropletko wynosiły:

A1 – Kontrola (bez nawożenia),

A2 – Nawożenie mineralne NPK: 2,59 g saletry amonowej + 1,65 g superfosfatu potrójnego granulowanego + 3,13 g siarczanu potasu,

A3 – Bioilsa + PK: 7,03 g Bioilsy + 1,65 g superfosfatu potrójnego granulowanego + 3,13 g siarczanu potasu.

A4 – Bio Feed Ecomix + PK: 11,72 g Bio Feed Ecomix + 0,92 g superfosfatu potrójnego granulowanego + 0,97 g siarczanu potasu.

Dawki biostymulatorów stosowanych doglebowo uzupełniono składnikami pokarmowymi do poziomu nawożenia PK, zastosowanego w kombinacji A2. Biostymulatory doglebowe i nawozy mineralne stosowano posypowo, wczesną wiosną każdego roku w latach 2007–2009. Bezpośrednio po aplikacji były one dokładnie wymieszane z wierzchnią warstwą gleby.

B 1 – Kontrola (bez nawożenia),

B 2 – Bio Feed Grow + Bio Feed Quality – stosowane łącznie w stężeniu 2,0%,

B 3 – Ausma – preparat stosowany w stężeniu 0,1%,

B 4 – Glucos K – preparat stosowany w stężeniu 0,5%.

Wszystkie biostymulatory dolistne stosowano corocznie, trzy razy w sezonie wegetacji roślin, w formie opryskiwania. Pierwsze opryskiwanie wykonano po rozpoczęciu wegetacji, gdy rośliny wytworzyły już kilka młodych liści, drugie – po kwitnieniu, a trzecie – 2 tygodnie przed przewidywanym zbiorem pierwszych owoców.

Rośliny na poletkach doświadczalnych nawadniane były systemem kropłowym, sterowanym automatycznie. Częstotliwość nawadniania oraz ilość dostarczanej wody zależały od rozkładu i wielkości opadów atmosferycznych. Nawadnianie prowadzone było w oparciu o pomiary potencjału wody w glebie, który utrzymywano na poziomie $(-0,03)$ MPa. Pomiary potencjału wody prowadzono z zastosowaniem tensjometrów (Jet Fill, Soilmoisture Equipment Corp, USA). Ponadto, monitorowano zawartość wody w glebie za pomocą sond pojemnościowych (EC-5, Decagon Devices, USA).

Pomiary i obserwacje

W latach 2007–2009 oceniano następujące cechy roślin:

- plon ogólny owoców (g/roślinę) – ważono wszystkie owoce zbierane z poletek,
- zawartość ekstraktu (%) – pomiaru dokonano na próbie 30 owoców klasy handlowej, zebranych losowo w drugim i czwartym terminie zbioru ze wszystkich powtórzeń kombinacji doświadczalnych, za pomocą refraktometru Rudolph J 157 (Rudolph Research Analytical, Hackettstown, USA),
- zawartość kwasu askorbinowego (mg/100 g ś.m. owoców) oceniano na próbie losowej 30 owoców klasy handlowej w drugim i czwartym terminie zbioru ze wszystkich powtórzeń każdej kombinacji doświadczalnej, przy użyciu refraktometru RQ-Easy i pasków testowych Merck (Merck

RQ-Easy reflectometer and test strips (Merck KGaA, Darmstadt, Germany),

- jędrność owoców (N/cm^2) – pomiary wykonano na próbie 30 owoców klasy handlowej, pobranych losowo w drugim i czwartym terminie zbioru ze wszystkich powtórzeń każdej kombinacji doświadczalnej, przy użyciu jędrnościomierza Instron 5542 (Instron Corporation, Massachusetts, USA),
- siła wzrostu roślin na podstawie świeżej masy liści (g/roślinę) – liście ścinano na wysokości 3 cm powyżej korony roślin, dwa tygodnie po zbiorach owoców oraz cztery tygodnie po pierwszym terminie,
- indeks chlorofilowy liści (wartości względne 0–800 jednostek) – pomiaru dokonano na losowej próbie 30 w pełni rozwiniętych liści z polotka, w terminie dwóch tygodni po wykonaniu ostatnich aplikacji biostymulatorów, przy użyciu aparatu N- tester firmy Yara,
- zawartość N, P, K, Mg, Ca w owocach i liściach w ostatnim roku prowadzenia badań (w % suchej masy). Analizę liści truskawki wykonano na reprezentatywnej próbie 60 liści pobranych z każdego powtórzenia badanych kombinacji, dwa tygodnie po zakończeniu zbioru owoców. Analizę owoców wykonano na próbach 0,5 kg klasy handlowej, pobranych z każdego powtórzenia, w drugim terminie zbioru. Azot ogólny oznaczono metodą Kjeldahla, natomiast P, K, Mg i Ca oznaczono metodą optycznej spektrometrii emisyjnej plazmy indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES),
- zawartość makroelementów w glebie (mg na 100 g gleby) oznaczono w ostatnim roku prowadzenia badań, na reprezentatywnych próbach mieszanych ze wszystkich powtórzeń każdej kombinacji doświadczalnej. Zawartość przyswajalnych form fosforu i potasu oceniano metodą Egnera-Riehma, natomiast magnezu – metodą Schachtschabela,
- w ostatnim roku badań oznaczono pH gleby metodą potencjometryczną w 1M KCL,
- obecność drobnoustrojów chorobotwórczych na owocach: *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* analizowano na 2 kg próbach mieszanych owoców, pobranych losowo ze wszystkich powtórzeń każdej kombinacji doświadczalnej, w dwóch terminach zbiorów owoców (I i III zbiór). Badania te zostały wykonane w Pracowni Mikrobiologii Centralnego Laboratorium Chłodnictwa w Łodzi.

Wyniki doświadczenia opracowano statystycznie zgodnie z układem doświadczenia. Do opracowania została użyta metoda analizy wariancji

dla modelu dwuczynnikowego. Statystyczną analizę cech przedstawionych w tabeli 1 wykonano na wartościach będących sumą za lata 2007–2009 lub będących wartościami średnimi dla tych lat. Do oceny istotności różnic między średnimi użyto testu t-Duncana, przyjmując poziom istotności 5%.

WYNIKI I DYSKUSJA

Z uwagi na obszerność wyników badań, w niniejszej pracy przedstawiono szczegółowo tylko wyniki dotyczące plonowania (plon ogólny owoców), zawartości ekstraktu w owocach oraz siły wzrostu roślin (świeża masa liści) truskawki ‘Elkat’ (tab. 2). Pozostałe wyniki dotyczące cech wzrostu i plonowania roślin oraz jakości owoców badanych w doświadczeniu przedstawiono opisowo.

Wyniki przedstawione w tabeli 2 wskazują, że w porównaniu do kontroli oba biostymulatory doglebowe, tj. Bioilsa i Bio Feed Ecomix, uzupełnione nawozami PK, korzystnie wpłynęły na plonowanie roślin truskawki ‘Elkat’, podobnie jak nawożenie NPK. Sumaryczny ogólny plon owoców w latach 2007–2009 zebrany z roślin traktowanych tymi biostymulatorami, był wyższy odpowiednio o 67% i 87%, niż z roślin kontrolnych (bez nawożenia) i był zbliżony do plonu zebranego z roślin rosnących na poletkach nawożonych nawozami mineralnymi NPK. Dowodzi to, że te biostymulatory doglebowe są dobrym źródłem składników pokarmowych dla roślin truskawki, w tym azotu, i ich stosowanie umożliwia uzyskanie wysokiego plonu owoców, bez stosowania mineralnego nawożenia azotowego, co może być szczególnie ważne w integrowanej produkcji truskawek.

Biostymulatory dolistne, tj. Bio Feed-Grow + Bio Feed-Quality, Ausma i Glukos K w różnym stopniu modyfikowały plonowanie truskawki ‘Elkat’, ale tylko aplikacja Ausmy w sposób istotny wpłynęła na zwiększenie plonowania roślin tej odmiany w stosunku do roślin kontrolnych – bez nawożenia. Natomiast biostymulator Glukos K dał efekt odwrotny, gdyż z roślin traktowanych tym biostymulatorem zebrano istotnie mniej owoców niż z roślin rosnących na poletkach kontrolnych. Z roślin rosnących na poletkach, na których zastosowano nawożenie mineralne i badane biostymulatory zebrano istotnie więcej owoców niż z poletek kontrolnych, ale połączenie nawożenia mineralnego i biostymulatorów dolistnych nie dało istotnie lepszych efektów niż łączne stosowanie biostymulatorów doglebowych i dolistnych. Oznacza to, że biostymulatory zastosowane łącznie (doglebowe uzupełniane PK i dolistne), w sposób istotny i podobny jak nawożenie NPK, zwiększają plonowanie truskawki ‘Elkat’.

Tabela 2 Wpływ badanych biostymulatorów na wybrane cechy roślin truskawki ‘Elkat’ (Skierniewice 2007–2009)

Table 2. Effect of the tested biostimulants on selected characteristics of ‘Elkat’ strawberry plants (Skierniewice 2007–2009)

Biostymulatory doglebowe; Soil-applied biostimulants	Biostymulatory dolistne; Foliar biostimulants				
	Kontrola Control	Bio Feed-Grow + Bio Feed-Quality	Ausma	Glukos K	Średnia Mean
Plon ogólny owoców truskawki w g/roślinę (suma 2007–2009) Total fruit yield in g/plant (cumulative total for 2007–2009)					
Kontrola; Control	316 b	336 b	400 c	209 a	315 a
Nawożenie mineralne NPK; Mineral fertilization NPK	558 ef	516 def	649 g	457 cd	545 c
Bioilsa + PK	530 de	508 de	515 def	448 c	500 b
Bio Feed-Ecomix + PK	575 f	497 de	556 ef	503 de	533 c
Średnia; Mean	495 b	464 b	530 c	404 a	
Zawartość ekstraktu w owocach w % (średnia 2007–2009) Soluble solids content of fruit in % (mean for 2007–2009)					
Kontrola; Control	7,10 a	7,20 ab	7,37 abc	8,33 cd	7,50 a
Nawożenie mineralne NPK; Mineral fertilization	7,87 abcd	8,23 cd	8,13 bcd	8,43 d	8,17 b
Bioilsa + PK	8,00 abcd	8,07 abcd	7,87 abcd	8,27 cd	8,05 b
Bio Feed-Ecomix + PK	8,33 cd	8,03 abcd	8,03 abcd	8,17 bcd	8,14 b
Średnia; Mean	7,83 a	7,88 ab	7,85 a	8,30 b	
Świeża masa liści w g/roślinę (średnia 2007–2009) Fresh weight of leaves in g/plant (mean for 2007–2009)					
Kontrola; Control	98,83 ab	111,40 b	119,50 b	86,73 a	104,11 a
Nawożenie mineralne NPK; Mineral fertilization	267,90 f	273,73 f	306,63 g	268,15 f	279,10 d
Bioilsa + PK	228,58 cde	214,58 cd	221,05 cde	206,05 c	217,56 b
Bio Feed-Ecomix + PK	245,05 e	224,58 cde	233,83 de	227,78 cde	232,81 c
Średnia; Mean	210,09 bc	206,07 ab	220,25 c	197,18 a	

Objaśnienia: Średnie oznaczone tą samą literą dla poszczególnych kombinacji doświadczalnych w latach nie różnią się istotnie pomiędzy sobą, przy poziomie istotności 5%, wg. testu t-Duncana.

Explanation: Mean values marked with the same letter for each experimental combination are not significantly different from one another, according to Duncan's t-test at a significance level of 5%.

Pozytywny wpływ Bio Feed Ecomix, Bio Feed Grow i Bio Feed Quality na plonowanie truskawek uzyskali także inni autorzy (Turemis i in. 1997). W badaniach na roślinach sadowniczych, tj. jabłoni, gruszy, malinie i truskawce pozytywne efekty stosowania biostymulatorów w postaci wzrostu plonu od kilkunastu do 50% uzyskali także Żurawicz i in. (2004), Basak i Mikos-Bielak (2008), Ochmian i in. (2008), Marjańska-Cichoń i Sapięha-Waszkiewicz (2010, 2011). Pozytywny wpływ biostymulatorów w warunkach niedoborów składników mineralnych i w innych warunkach stresowych, powodowanych czynnikami biotycznymi i abiotycznymi udowodnili również: Bezrukova i in. (2001), Basak i Mikos-Bielak (2008), Jobert i Lefranc (2008), Krawiec (2008), Khan i in. (2009), Przybysz (2009).

Badane biostymulatory w różnym stopniu wpływały na zawartość ekstraktu w owocach truskawki 'Elkat'. Jak pokazują wyniki zawarte w tabeli 2, średnio za lata 2007–2009, tylko dwa z zastosowanych biostymulatorów, tj. Bio Feed-Ecomix wzbogacony PK (biostymulator doglebowy) i Glukos K (biostymulator dolistny), istotnie zwiększyły zawartość ekstraktu w owocach – o 17,3%. Istotny wpływ na zawartość ekstraktu w owocach, w stosunku do roślin kontrolnych, miało też nawożenie mineralne NPK w połączeniu ze wszystkimi biostymulatorami dolistnymi oraz oba biostymulatory doglebowe, ale tylko w połączeniu z biostymulatorem dolistnym Glukos K. Dane z literatury wskazują, że wpływ biostymulatorów na zawartość ekstraktu w owocach truskawki jest zróżnicowany. Pozytywne wyniki na temat istotnego wzrostu ekstraktu w owocach truskawki odmiany 'Salut' po aplikacji biostymulatorów Algex i Betokson Super 050 SL uzyskały Marjańska-Cichoń i Sapięha-Waszkiewicz (2011). Z kolei Żmuda i in. (2001) w swoich badaniach stwierdzili spadek zawartości ekstraktu w owocach truskawki po potraktowaniu roślin preparatem Betokson Super 050 SL, w porównaniu do roślin nietraktowanych.

W badaniach niniejszej pracy nie stwierdzono w sposób jednoznaczny dodatniego wpływu badanych biostymulatorów na zawartość kwasu askorbinowego w owocach truskawki 'Elkat'. Zawartość tego kwasu w owocach truskawki wzrastała lub malała pod wpływem zastosowanych biostymulatorów, ale nie udowodniono w sposób jednoznaczny dodatniego wpływu na zawartość witaminy C. Podobne wyniki uzyskano odnośnie jędrności owoców. Notowano, zarówno wzrost, jak i spadek jędrności owoców pod wpływem zastosowanych biostymulatorów. Wyniki nie są zbieżne z tymi, które uzyskali Masny i in. (2008) stosując biostymulatory Asahi SL i Goëmar BM 86, ponieważ autorzy ci stwierdzili

pozytywny ich wpływ na jędrność owoców trzech odmian truskawki: ‘Elsanta’, ‘Onebor®Marmolada’ i ‘Elkat’.

Bardzo ważną cechą roślin truskawki jest siła wzrostu, która świadczy o dobrej kondycji roślin, co przekłada się na dobre plonowanie. W naszych badaniach wartość tej cechy, jako średnią dla lat 2007–2009 świeżą masę liści (w g/roślinę), przedstawiono w tabeli 1. Jak można było oczekiwać istotnie najslabiej rosły rośliny na poletkach kontrolnych, na których był bardzo duży deficyt składników mineralnych, niezbędnych dla dobrego odżywienia roślin. Zastosowane nawożenie mineralne, jak i biostymulatory doglebowe wzbogacone PK (Bioilsa + PK i Bio Feed-Ecomix + PK) powodowały ponad 200% zwiększenie świeżej masy liści roślin truskawki ‘Elkat’. Potwierdza to, że oba biostymulatory doglebowe są dobrym źródłem składników pokarmowych dla roślin truskawki i mogą być dobrą alternatywą dla mineralnego nawożenia azotowego. Tak korzystnego wpływu nie miały badane biostymulatory dolistne Bio Feed-Grow + Bio Feed-Quality, Ausma i Glukos K. Rośliny potraktowane tymi biostymulatorami nie różniły się istotnie siłą wzrostu od roślin rosnących na poletkach kontrolnych. Nawożenie mineralne NPK oraz badane biostymulatory doglebowe wzbogacone PK i zastosowane łącznie z biostymulatorami dolistnymi istotnie przyczyniały się do kilkukrotnego zwiększenia siły wzrostu roślin, w porównaniu do roślin kontrolnych.

W literaturze są różne informacje na temat wpływu biostymulatorów na siłę wzrostu roślin. Marjańska-Cichoń i Sapięha-Waszkiewicz (2011) nie stwierdziły dodatniego wpływu działania biostymulatorów Algex, Goëmar BM 86 i Betoksonu Super 050 SL na liczbę sadzonek rozłogowych wytwarzanych przez rośliny truskawki ‘Salut’. Żmuda i in. (2001) również wykazali, że traktowanie roślin truskawki ‘Senga Sengana’ preparatem Betokson Super 050 SL nie wpłynęło istotnie na siłę wzrostu roślin. W badaniach Lisieckiej i in. (2011) zastosowanie biostymulatora wyprodukowanego na bazie białka zwierzęcego także nie miało istotnego wpływu na liczbę, długość i średnicę rozłogów formowanych przez rośliny mateczne truskawki ‘Elsanta’. Zastosowany biostymulator nie wpłynął także na liczbę sadzonek rozłogowych, średnicę ich korony oraz liczbę liści. Odmienne wyniki na temat wpływu biostymulatorów na cechy wegetatywne roślin truskawki uzyskali Glinicki i in. (2010). Autorzy ci badali biostymulator o nazwie Resistim i wykazali jego pozytywny wpływ na wzrost roślin trzech odmian truskawki.

Badane biostymulatory pozytywnie wpłynęły na wielkość indeksu chlorofilowego liści. Zdecydowanie większe różnice w zawartości chlorofilu

w liściach truskawki ‘Elkat’ stwierdzono po aplikacji biostymulatorów doglebowych wzbogaconych PK, niż stosowanych dolistnie. Biostymulatory doglebowe działały podobnie jak nawożenie mineralne NPK, natomiast biostymulatory dolistne nie wpływały istotnie na zawartość chlorofilu w liściach truskawki ‘Elkat’.

Zarówno badane biostymulatory doglebowe, jak i dolistne nie wpłynęły istotnie na zawartość składników mineralnych w liściach i owocach truskawki ‘Elkat’. Analizując wpływ biostymulatorów doglebowych, na tle nawożenia mineralnego NPK, na zawartość składników mineralnych w liściach stwierdzono niewielkie różnice w zawartościach składników, lecz nie były one istotne statystycznie. Podobne różnice stwierdzono oceniając wpływ badanych biostymulatorów na zawartość składników mineralnych w owocach truskawki.

Analiza chemiczna gleby na zawartość makroelementów i jej odczyn, wykonana po zakończeniu trwania doświadczenia, wykazała, że badane biostymulatory w różnym stopniu wpływały na zawartość makroelementów i pH gleby. Zawartość fosforu w glebie po dolistnych i doglebowych aplikacjach biostymulatorów wahała się od zasobności średniej do wysokiej, natomiast zawartość potasu od niskiej do wysokiej, a magnezu od niskiej do średniej. Analizując wyniki chemicznej analizy gleby na zawartość makroelementów w oparciu o liczby graniczne, przyjęte dla roślin sadowniczych w warunkach Polski (Sadowski i in. 1990), stwierdzono, że w większości wariantów doświadczalnych stosunek zawartości potasu do magnezu w glebie był poprawny. Odczyn gleby wahał się w zakresie od kwaśnego – pH 5,0 (dla gleby, na której rosły rośliny traktowane dolistnie Bio Feed Grow + Bio Feed Quality, jak również nawożonej nawozami mineralnymi NPK + Glucos K) do lekko kwaśnego – pH 6,4 (dla gleby, na której rosące truskawki traktowano dolistnie biostymulatorem Glucos K).

Uzyskane wyniki badań nad obecnością drobnoustrojów chorobotwórczych na owocach dowodzą, że zastosowane biostymulatory miały bardzo niewielki wpływ na skład jakościowy mikroflory owoców. W badanych próbkach owoców nie stwierdzono obecności chorobotwórczych bakterii, tj. *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica* i *Escherichia coli*. Zgodnie ze stanowiskiem Centralnego Laboratorium Chłodnictwa w Łodzi, które wykonywało te badania, skład ten zależy od gatunku rośliny i uwarunkowany jest składem chemicznym badanych organów, a w szczególności zawartością węglowodanów i pH. Ze względu na niskie pH owoców, hamujące wzrost większości bakterii, mikroflorę owoców stanowią przede wszystkim bakterie odporne na zakwaszenie środowiska

oraz acidofilne drożdże i pleśnie. Owoce truskawki w środowisku naturalnym (na plantacji polowej) mają nieustanny kontakt z różnymi mikroorganizmami nanoszonymi na cząsteczkach pyłu i kurzu z wiatrem, opadami deszczu i stosowanymi zabiegami agrotechnicznymi (opryskiwanie środkami ochrony roślin, aplikacje biostymulatorów, nawozów). Źródłem mikroflory jest również gleba, przy czym stopień kontaktu zależy od sposobu uprawy roślin. Na powierzchni owoców może występować wiele mikroorganizmów nie zagrażających zdrowiu człowieka. Może się jednak zdarzyć przypadkowa kontaminacja drobnoustrojami chorobotwórczymi dla człowieka, tj. *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli* (i ich szczepy).

WNIOSKI

1. Spośród przebadanych biostymulatorów większe działanie plonotwórcze miały biostymulatory stosowane doglebowo niż biostymulatory dolistne. Rośliny truskawki odmiany 'Elkat' traktowane Bioilsą i Bio Feed Ecomix plonowały na podobnym poziomie, jak rośliny nawożone NPK, a różnice w plonie owoców truskawki nie były istotne statystycznie. W związku z tym biostymulatory mogą być bezpieczną, skuteczną i ekonomicznie opłacalną alternatywą w stosunku do azotowego nawożenia mineralnego.
2. Biostymulatory stosowane dolistnie w różnym stopniu modyfikowały plonowanie roślin truskawki. Porównując do roślin nienawożonych, w wielu przypadkach pod wpływem biostymulatorów dolistnych odnotowano przyrost, spadek plonu lub brak wpływu na plon, jednak różnice nie były istotne statystycznie.
3. Biostymulatory doglebowe wpłynęły istotnie na wzrost i wigor roślin, oceniane na podstawie świeżej części nadziemnych i zawartość chlorofilu w liściach.
4. Po aplikacji badanych biostymulatorów w ocenianych owocach truskawek nie stwierdzono obecności mikroorganizmów chorobotwórczych, stanowiących bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia człowieka, takich jak: *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Escherichia coli*.

Literatura

Anioł A., Bielecki S., Twardowski T. 2008. Genetycznie zmodyfikowane organizmy – szanse i zagrożenia dla Polski. Nauka 1: 63–84.

- Basak A., Mikos-Bielak M. 2008. The use of some biostimulators on apple and pear trees. W: Sadowski A. (red.), *Biostimulators in Modern Agriculture, Fruit Crops*. Wieś Jutra, Warszawa, s. 7–17.
- Bezrukova M.V., Sakhabutdinova R., Fathutdinova R.A., Kyldiarova I., Shakirova F. 2001. The role of hormonal changes in protective action of salicylic acid on growth of wheat seedlings under water deficit. *Agrochimja* 2: 51–54.
- Boligłowa E., Gleń K. 2008. Assessment of effective microorganism activity (EM) in winter wheat protection against fungal diseases. *Ecological Chemistry and Engineering A* 15(1–2): 23–27.
- Derkowska E., Sas Paszt L., Harbuzov A., Sumorok B. 2015. Root growth, mycorrhizal frequency and soil microorganisms in strawberry as affected by biopreparations. *Advances in Microbiology* 5: 65–73. DOI: 10.4236/aim.2015.51007.
- Dobrzański A., Anyszka Z., Pałczyński J. 2008. Response of onion and carrot to Asahi SL biostimulator used with herbicides. W: Dąbrowski Z.T. (red.), *Biostimulators in Modern Agriculture, Vegetable Crops*. Wieś Jutra, Warszawa, s. 7–20.
- Glinicki R., Sas-Paszt L., Jadczyk-Tobjasz E. 2010. The effect of plant stimulant/fertilizer “Resistim” on growth and development of strawberry plants. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 18(1): 111–124.
- Joubert J.M., Lefranc G. 2008. Najnowsze badania nad fitostymulatorami pożytkiwanyymi z glonów morskich. Dwa rodzaje produktów – stymulatory wzrostu i odżywiania oraz stymulatory reakcji obronnych. W: Gawrońska H. (red.), *Biostymulatory w nowoczesnej uprawie roślin*, Wieś Jutra, Warszawa, 88 s.
- Kaczmarek Z., Wolna-Maruwka A., Jakubus M. 2008. Zmiany liczebności wybranych grup drobnoustrojów glebowych oraz aktywności enzymatycznej w glebie inokulowanej efektywnymi mikroorganizmami (EM). *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 53(3): 122–127.
- Khan W., Rayirath U.P., Subramanian S., Jithesh M.N., Rayorath P., Hodges D.M. i in. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation* 28(4): 386–399. DOI: 10.1007/s00344-009-9103-x.
- Koziara W., Sulewska H., Panasiewicz K. 2006. Efekty stosowania stymulatorów odporności w wybranych roślinach rolniczych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 51(2): 82–87.
- Krawiec P. 2008. Effects of biostimulators on growth, cropping and fruit quality of chokeberry. W: Sadowski A. (red.), *Biostimulators in Modern Agriculture, Fruit Crops*. Wieś Jutra, Warszawa, s. 42–48.

- Lisiecka J., Knaflowski M., Spiżewski T., Frąszczak B., Kałużewicz A., Krzesiński W. 2011. Wpływ hydrolizatu białka zwierzęcego na liczbę i jakość sadzonek truskawki odmiany 'Elsanta'. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus* 10(1): 31–40.
- Maciejewski T., Szukała J., Jarosz A. 2007. Wpływ biostymulatora Asahi SL i Atonik SL na cechy jakościowe bulw ziemniaków. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 52(3): 109–112.
- Marjańska-Cichoń B., Sapięha-Waszkiewicz A. 2010. Wpływ preparatów Asahi SL i Tytanit na wzrost i plonowanie truskawki odmiany Salut. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 50(1): 383–388.
- Marjańska-Cichoń B., Sapięha-Waszkiewicz A. 2011. Efekty stosowania kilku biostymulatorów w uprawie truskawki odmiany Salut. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 51(2): 932–936.
- Masny A., Słowiński A., Żurawicz E. 2008. Wpływ preparatów Asahi SL, Goëmar BM 86 i Fruton Kombi na plon i jakość owoców trzech odmian truskawki. *Biostymulatory w nowoczesnej uprawie roślin, Wieś Jutra*, 134 s.
- Matysiak K. 2010. Technologicznie i interwencyjnie. *Wiadomości Rolnicze Polska* 66(3): 6.
- McKeown A.W., Warland J., McDonald M.R. 2006. Long-term climate and weather patterns in relation to crop yield: a minireview. *Canadian Journal of Botany* 84(7): 1031–1036. DOI: 10.1139/b06-080.
- Ochmian I., Grajkowski J., Skupień K. 2008. Influence of three biostimulators on growth, yield and fruit chemical composition of 'Polka' raspberry. W: Sadowski A. (red.), *Biostimulators in Modern Agriculture, Fruit Crops. Wieś Jutra, Warszawa*, s. 68–75.
- Pruszyński S. 2008. Biostimulators in plant protection. W: Gawrońska H. (red.), *Biostimulators in Modern Agriculture, General Aspects. Wieś Jutra, Warszawa*, s. 18–23.
- Przybysz A. 2009. Biologiczne podstawy działania biostymulatora Asahi SL. Praca doktorska, SGGW, Warszawa, 179 s.
- Sas Paszt L., Malusá E., Grzyb Z., Rozpara E., Wawrzyńczak P., Rutkowski K.P. i in. 2010. Środowiskowe i zdrowotne znaczenie ekologicznej produkcji owoców. *Postępy Nauk Rolniczych* 62(1): 109–121.
- Sas Paszt L., Malusá E., Sumorok B., Canfora L., Derkowska E., Głuszek S. 2015. The influence of bioproducts on mycorrhizal occurrence and diversity in the rhizosphere of strawberry plants under controlled conditions. *Advances in Microbiology* 5: 40–53. DOI: 10.4236/aim.2015.51005.
- Sadowski A., Nurzyński J., Pacholak E., Smolarz K., 1990. Określenie potrzeb nawożenia roślin sadowniczych. II Zasady, Liczby Graniczne i Dawki Nawożenia. Instrukcja Upowszechnieniowa nr 3. SGGW, s. 25
- Szwejkowski Z., Dragańska E., Suchecki S. 2008. Prognoza wpływu spodziewanego globalnego ocieplenia w roku 2050 na plonowanie roślin uprawnych w Polsce północno-wschodniej. *Acta Agrophysica* 12(3): 791–800.

- Türemis N.F., Kafkas S., Çömlekçioğlu N. 1997. Effects of a fertilizer produced from the seaweed *Ascophyllum nodosum* on strawberry yield and quality. *Acta Horticulturae* 441: 375–378. DOI: 10.17660/actahortic.1997.441.55.
- Vessey J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil* 255: 571–586. DOI: 10.1023/A:1026037216893.
- Zarzecka K., Gugala M. 2012. Plonotwórcze działanie użyźniacza glebowego UGmax w uprawie ziemniaka. *Inżynieria ekologiczna* 28: 144–148.
- Żmuda E., Murawska D., Szember E. 2001. Badanie przydatności preparatu Betokson Super w uprawie truskawek odmiany ‘Senga Sengana’. *Zeszyty Naukowe Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa* 9: 185–191.
- Żurawicz E., Masny A., Basak A. 2004. Productivity stimulation in strawberry by application of plant bioregulators. *Acta Horticulturae* 653: 155–160. DOI: 10.17660/actahortic.2004.653.21.
- Żurawicz E. 2005. Truskawka i poziomka. PWRiL, Warszawa, 45-46 s.