



Katedra Roślin Przemysłowych i Leczniczych Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,  
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin, Polska

\* e-mail: [beata.krol@up.lublin.pl](mailto:beata.krol@up.lublin.pl)

BEATA KRÓL 

## Ocena efektów stosowania biostymulatorów w integrowanej uprawie majeranku ogrodowego (*Origanum majorana* L.)

---

Evaluation of biostimulants application in integrated crop production of sweet  
marjoram (*Origanum majorana* L.)

**Streszczenie.** Badania przeprowadzono w latach 2018–2020, opierając się na eksperymencie polowym założonym w miejscowości Trębanów (woj. świętokrzyskie). Celem doświadczenia było określenie wpływu wybranych biopreparatów w uprawie integrowanej majeranku ogrodowego na cechy morfologiczne roślin, wielkość i strukturę plonu oraz zawartość i wydajność olejku eterycznego. Naturalne biostymulatory takie jak: Viva ( $2 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ); Stimplex ( $1,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ); Megafol ( $1,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ); Kendal ( $1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) stosowano dolistnie dwukrotnie w czasie wegetacji.

Wyniki wskazują, że zastosowane preparaty przyczyniły się do lepszego wzrostu roślin, stymulowały tworzenie części nadziemnej majeranku oraz spowodowały zwiększenie plonu surowca o 6,8–16,4%. Spośród porównywanych biostymulatorów w trzyletnim okresie badań najbardziej efektywna okazała się aplikacja Stimplexu i Vivy. Wystąpiła także interakcja między latami badań a preparatami. W 2018 r. zastosowanie Megafolu zmniejszyło niekorzystną reakcję roślin na stres wodny, natomiast Kendalu – porażenie przez choroby grzybowe w 2019 r. Przeprowadzone badania wykazały, że wielkość i jakość plonu majeranku była zmienna w latach badań. Spośród porównywanych biostymulatorów jedynie Stimplex zwiększył zawartość olejku w ziele majeranku.

**Słowa kluczowe:** plon, olejek eteryczny, algi morskie, aminokwasy

---

**Cytowanie:** Król B., 2023. Ocena efektów stosowania biostymulatorów w integrowanej uprawie majeranku ogrodowego (*Origanum majorana* L.). *Agron. Sci.* 78(4), 115–126. <https://doi.org/10.24326/as.2023.5271>

## WSTĘP

Stosowanie środków chemicznych i nawozów nieorganicznych w sposób niekontrolowany w celu poprawy produktywności roślin powoduje groźne w skutkach zanieczyszczenie środowiska. Ten stan rzeczy skłania do poszukiwania technologii i sposobów produkcji, które pozwolą na osiągnięcie wysokich, ekonomicznie opłacalnych plonów, przy jednoczesnym ograniczeniu negatywnego oddziaływania na agrocenozy. Systemem spełniającym te wymagania jest integrowana uprawa. Jej podstawą są prawidłowo dobrane elementy agrotechniki takie jak: poprawny płodozmian, racjonalne nawożenie oparte na rzeczywistym zapotrzebowaniu roślin oraz stosowanie w uzasadnionych sytuacjach środków ochrony roślin jak najmniej zagrażających zdrowiu ludzi i degradujących środowisko przyrodnicze. Obecnie integrowana uprawa roślin uznawana jest za najefektywniejszą metodę produkcji żywnościowych surowców roślinnych [Sosnowska i in. 2016].

W nowoczesnej uprawie roślin biostymulatory stanowią jeden z elementów agrotechniki, który obok nawożenia i ochrony może wpływać pozytywnie na wielkość i jakość plonów. Według rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej z 2019 r. biostymulatorem określa się produkt, który stymuluje procesy odżywiania roślin niezależnie od zawartości składników pokarmowych w produkcji. Jego rolą jest poprawa co najmniej jednej z następujących cech rośliny lub ryzosfery: efektywności wykorzystania składników pokarmowych, odporności na stres abiotyczny, cech jakościowych, przyswajalności składników pokarmowych z form trudnodostępnych w glebie lub ryzosferze [EUR-Lex 2019].

W gospodarce rolnej coraz częściej wykorzystywane są biostymulatory, o czym świadczy stały wzrost ich znaczenia gospodarczego. Wielkość światowego rynku biostymulatorów wynosiła w 2015 r. 1,4 miliarda dolarów, a w 2022 r. zwiększyła się prawie dwukrotnie (do 2,6 miliarda dolarów). Największym użytkownikiem biostymulatorów jest Europa z udziałem w rynku ponad 37%. Najczęściej w rolnictwie mają zastosowanie preparaty zawierające: ekstrakty z glonów, wolne aminokwasy, efektywne mikroorganizmy oraz kwasy huminowe i humusowe [Du Jardin 2015, Market Analysis Report 2023]. Biostymulatory wspierają prawidłowy wzrost i rozwój rośliny, zwiększając odporność na stresy środowiskowe – biotyczne i abiotyczne, a także wpływają na plon i jakość [Calvo i in. 2014, Battacharyya i in 2015, Bulgari i in. 2015, Drobek i in. 2019, Franzoni i in. 2022]. Efektywność działania biostymulatorów zależy od ich rodzaju, stężenia, sposobu aplikacji (dolistna lub doglebowa), jak również od gatunku i odmiany rośliny uprawnej, fazy fenologicznej i warunków środowiskowych [Jelačić i in. 2007a, 2007b, 2007c, Chitu i in. 2012, Sidhu i Nandwani 2017, Ozbay i Demirkiran 2019].

W Polsce nawożenie dolistnie naturalnymi preparatami pełniącymi funkcje stymulatorów wzrostu i plonowania roślin zyskuje coraz większe zainteresowanie i jest coraz częściej stosowane w uprawie roślin zielarskich. Asortyment biostymulatorów jest bardzo duży, przy czym reakcja na nie poszczególnych roślin zielarskich jest zróżnicowana [Beatović i in. 2007, Jelačić i in. 2006, Majkowska-Gadomska i in. 2022]. Biorąc pod uwagę powyższe przesłanki, podjęto badania, których celem było określenie wpływu wybranych biostymulatorów na cechy morfologiczne, wielkość i strukturę plonu majeranku ogrodowego oraz zawartość i wydajność olejku eterycznego. Dane literaturowe wskazują, iż stosowanie biopreparatów wpływa korzystnie na plonowanie roślin zielarskich w konwencjonalnym i ekologicznym systemie uprawy [Elansary i in. 2016, Para-

diković i in. 2019, Kwiatkowski i in. 2022], co skłania do przyjęcia hipotezy badawczej, która zakłada pozytywne oddziaływanie zastosowanych preparatów na plon i jakość surowca majeranku ogrodowego uprawianego metodą integrowaną.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2018–2020, opierając się na eksperymencie polowym założonym w miejscowości Trębanów (50°51'06"N, 21°29'10"E), woj. świętokrzyskie. Doświadczenie założono metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 10 m<sup>2</sup>, wyodrębnionych na plantacji produkcyjnej prowadzonej metodą integrowaną. Rośliny uprawiano na glebie płowej wytworzonej z lessu, zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego i III klasy bonitacyjnej. Na podstawie badań próbek gleby pobieranej każdego roku jesienią stwierdzono, że gleba charakteryzowała się obojętnym odczynem (pH 6,6–7,3 w 1 M KCl), zawartością próchnicy 12,8–14,5 g·kg<sup>-1</sup>, wysoką zawartością fosforu i magnezu oraz średnią potasu. Nasiona majeranku ogrodowego odmiany 'Miraż' (pochodzące z Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich) wysiewano bezpośrednio do gruntu w pierwszej dekadzie maja siewnikiem ogrodniczym w rozstawie rzędów 40 cm, w ilości 5 kg·ha<sup>-1</sup>. Przedplonem były rośliny okopowe lub warzywa. We wszystkich obiektach zastosowano doglebowe nawożenie mineralne w ilości: N – 60 kg·ha<sup>-1</sup> (w 3 dawkach – 1/3 przed założeniem plantacji, 1/3 po wschodach i 1/3 po zbiorze ziela), P – 40 kg·ha<sup>-1</sup>, K – 60 kg·ha<sup>-1</sup> (przed założeniem plantacji). Ponieważ plantacja majeranku prowadzona była w systemie uprawy integrowanej ograniczono stosowanie środków ochrony roślin. Ochrona przed chwastami polegała na ich usuwaniu ręcznym i mechanicznym (pielnik, wypalarka). Ponadto w celu ograniczenia występowania chorób grzybowych stosowano profilaktycznie preparat Miedzian 50 WP, a w 2019 r., gdy zaobserwowano porażenie roślin przez szarą pleśń, przeprowadzono oprysk środkiem grzybobójczym Kenja 400 SC (dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>).

Czynnikami doświadczenia były biostymulatory, których dobór zgodnie z zaleceniami uprawy integrowanej miał wspierać prawidłowy wzrost i rozwój roślin majeranku w czasie wegetacji. Do badań wybrano biostymulatory (dawka w jednym oprysku): Megafol (1,5 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>), Viva (2 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>), Simplex (1,5 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>), Kendal (1 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>). Szczegółowy skład preparatów zastosowanych w doświadczeniu przedstawiono w tabeli 1. Wszystkie preparaty stosowano w formie oprysków na liście, dwukrotnie w czasie wegetacji: w fazie intensywnego wzrostu wegetatywnego (2–15 czerwca) oraz po 14 dniach. W obiekcie kontrolnym rośliny opryskiwano w tym samym czasie czystą wodą.

Corocznie wykonywano dwa zbiory ziela majeranku w fazie kwitnienia roślin: pierwszy, który w zależności od roku przypadał na pierwszą połowę lipca, drugi w okresie początek–koniec września. Przed zbiorami oznaczono wysokość roślin i liczbę pędów bocznych, a po zbiorze świeżą masę części nadziemnych. Następnie po wysuszeniu w suszarni podłogowej w temperaturze 35°C (±2°C) określano plon suchego ziela, a po otarciu (na sitach o średnicy 5 mm) plon surowca. Z tak uzyskanego surowca pobrano próby do oznaczeń zawartości olejku eterycznego metodą farmakopealną [Farmakopea Polska XI, 2017].

Uzyskane dane liczbowe opracowano statystycznie metodą analizy wariancji oraz zweryfikowano testem Tukeya na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

Tabela 1. Składniki biostymulatorów uwzględnionych w doświadczeniu ( $\text{g} \cdot 100 \text{g}^{-1}$ )  
 Table 1. Components of the biostimulants used in the experiment ( $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ )

Nazwa biostymulatora Name of biostimulants	Skład preparatu Composition of preparations
Megafol (Valagro SpA, Italy*)	N – 4,5; K <sub>2</sub> O – 2,9; C org. (kwasy humusowe) – 15; aminokwasy – 28; betainy, polisacharydy, mikroelementy (Fe, Mn, Cu, Zn); witaminy (B5, PP, B1, B6) N – 4.5; K <sub>2</sub> O – 2.9; C org. (humic acids) – 15; amino acids – 28; betaines, polysaccharides, mikroelements (Fe, Mn, Cu, Zn); vitamins (B5, PP, B1, B6)
Kendal (Valagro SpA, Italy)	N – 3,5; K <sub>2</sub> O – 15,5; C org. – 3; oligosacharydy; glutation; saponiny N – 3.5; K <sub>2</sub> O – 15.5; C org. – 3; oligosaccharides; glutathione; saponins
Viva (Valagro SpA, Italy)	materia organiczna – 12; kwasy humusowe – 2,9; aminokwasy – 12,5; polisacharydy – 2; kompleks witaminowy – 0,18; Fe – 0,02 organic matter – 12; humic acids – 2.9; amino acids – 12.5; polysaccharides – 2; vitamin complex – 0.18; Fe – 0.02
Stimplex (Arramara Teoranta; Irlandia)	ekstrakt z alg brunatnych <i>Ascophyllum nodosum</i> ; aminokwasy 3–6; tłuszcze – 1; kwas alginowy 12–18; mannitol 5–6; węglowodany 10–20; cytokinina – 0,01; mikroelementy (Fe, Zn) extract of seaweed <i>Ascophyllum nodosum</i> ; amino acids 3–6; lipid – 1; alginic acid 12–18; mannitol 5–6; carbohydrates 10–20; cytokinin 0.01; mikroelements (Fe, Zn)

\* Producent/ Maker

## WYNIKI I DYSKUSJA

Warunki pogodowe w latach badań określono na podstawie sumy opadów i średnich temperatur powietrza w porównaniu ze średnimi wieloletnimi oraz współczynnika hydro-termicznego Sielianinowa (tab. 2). Trzyletni okres badawczy charakteryzował się zmiennością warunków pogodowych. W czasie wegetacji majeranku w 2018 r. wystąpił deficyt wody, co w połączeniu z wyższymi temperaturami wpłynęło niekorzystnie na jego wzrost i plonowanie. W 2019 r. zarówno średnia temperatura, jak i suma opadów były wyższe od wartości wieloletnich (odpowiednio o 0,9°C i 100 mm). Sprzyjało to wegetacji majeranku, lecz intensywne opady w sierpniu spowodowały porażenie roślin przez choroby grzybowe. Najkorzystniejszy dla rozwoju majeranku przebieg pogody odnotowano w 2020 r., jednakże występujące w maju niskie temperatury opóźniły wschody roślin.

Wysokość i liczba pędów bocznych jest jednym z czynników obrazujących kondycję roślin oraz wpływających na plon biomasy [Król i Kiełtyka-Dadasiewicz 2019]. Aplikacja biostymulatorów oddziaływała korzystnie na cechy morfometryczne majeranku (tab. 3), a w konsekwencji spowodowała zwiększenie masy części nadziemnej w porównaniu z obiektem kontrolnym (tab. 4). Porównując zastosowane preparaty, stwierdzono, że w trzyletnim okresie badań największy przyrost plonu świeżego i suche-

go ziela uzyskano na poletkach opryskiwanych preparatami Stimplex i Viva. W przypadku biopreparatów Megafol i Kendal przyrost biomasy majeranku był mniejszy i statystycznie nieistotny.

Tabela 2. Warunki pogodowe w latach 2018–2020 i w okresie wieloletnim (1971–2010)  
Table 2. Weather conditions in 2018–2020 and in a multiyear period (1971–2010)

Rok Year	Miesiąc/Month					
	V	VI	VII	VIII	IX	V–IX
Średnia temperatura/ Mean temperature (°C)						
2018	16,8	18,3	19,6	19,8	14,8	17,9
2019	12,5	20,6	18,7	19,6	13,6	17,0
2020	10,7	17,9	18,1	19,8	14,5	16,2
1971–2010	14,0	16,7	18,6	18,0	13,4	16,1
Suma opadów/ Total precipitation (mm)						
2018	46	43	70	65	15	239
2019	106	49	84	135	63	437
2020	66	104	80	64	36	350
1971–2010	63	70	83	68	53	337
Współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa Sielianinov's hydrothermal coefficients (K)*						
2018	0,88	0,78	1,12	1,05	0,33	0,99
2019	2,70	0,79	1,45	2,22	1,54	1,69
2020	2,05	1,93	1,42	1,05	0,83	1,42

\*  $K \leq 0,4$  – skrajnie suchy;  $K \leq 0,7$  – bardzo suchy;  $K \leq 1,0$  – suchy;  $K \leq 1,3$  – dość suchy;  $K \leq 1,6$  – optymalny;  $K \leq 2,0$  – umiarkowanie wilgotny;  $K \leq 2,5$  – wilgotny;  $K \leq 3,0$  – bardzo wilgotny;  $K > 3,0$  – skrajnie wilgotny [Skowera 2014]

\* –  $K \leq 0,4$  – extremely dry;  $K \leq 0,7$  – very dry;  $K \leq 1,0$  – dry;  $K \leq 1,3$  – rather dry;  $K \leq 1,6$  – optimal,  $K \leq 2,0$  – rather wet;  $K \leq 2,5$  – wet,  $K \leq 3,0$  – very wet;  $K > 3,0$  – extremely wet [Skowera 2014]

Po otarciu ziela i oczyszczeniu uzyskano surowiec (liście i kwiatostany) oraz odpady w postaci łądy. Średni plon surowca majeranku wyniósł  $2,23 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a biostymulatory zwiększyły jego wielkość od  $0,14 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  do  $0,33 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  w porównaniu z kontrolą (tab. 5). Najbardziej korzystny efekt plonotwórczy uzyskano po aplikacji preparatu Stimplex (wzrost plonu średnio o 16,4%), nieco słabsze oddziaływanie wykazał biostymulator Viva (zwyżka o 11,2%). Także w obiektach opryskiwanych preparatami Megafol i Kendal stwierdzono zwiększenie plonu surowca, jednakże analiza statystyczna nie wykazała istotności tych różnic.

Tabela 3. Wysokość roślin (cm) i liczba pędów bocznych (szt.) majeranku ogrodowego  
Table 3. Height of plants (cm) and number of branches (pcs.) of sweet marjoram

Biostymulator Biostimulant	Wysokość roślin Height of plants				Liczba pędów bocznych Number of branches			
	2018	2019	2020	średnia mean	2018	2019	2020	średnia mean
Viva	30,9	44,5	38,9	38,1	7,5	14,2	10,3	10,7
Stimplex	31,9	43,4	37,9	37,7	7,9	13,2	10,8	10,6
Megafol	32,8	40,8	35,5	36,4	8,1	12,1	9,8	10,0
Kendal	29,3	39,9	35,1	34,8	7,1	11,4	9,6	9,4
Control	28,4	39,2	34,5	34,0	7,0	11,5	9,4	9,3
Średnia/Mean	30,7	41,6	36,4	–	7,5	12,5	10,0	–
NIR <sub>(0,05)</sub> dla: LSD <sub>(0,05)</sub> for:	a – 2,38 b – 4,62 a × b – 3,21				a – 0,72 b – 0,98 a × b – 0,83			

a – biostymulatory/biostimulants, b – rok/year, a × b – współdziałanie/interaction

Tabela 4. Masa świeżego i suchego ziela majeranku w zależności od zastosowanych biostymulatorów (t·ha<sup>-1</sup>)

Table 4. Mass of fresh and air dry herb of sweet marjoram depending on the biostimulants used (t ha<sup>-1</sup>)

Biostymulator Biostimulant	Masa świeżego ziela Mass of fresh herb				Masa powietrznie suchego ziela Mass of air dry herb			
	2018	2019	2020	średnia mean	2018	2019	2020	średnia mean
Viva	11,4	15,5	15,2	14,0	3,33	4,55	4,45	4,11
Stimplex	11,8	16,7	14,9	14,5	3,51	4,69	4,25	4,15
Megafol	11,7	15,4	13,4	13,5	3,55	4,41	3,88	3,95
Kendal	10,5	16,4	13,2	13,4	3,12	4,75	3,82	3,90
Control	10,2	14,7	12,8	12,6	3,05	4,27	3,75	3,69
Średnia/Mean	11,1	15,7	13,9	–	3,31	4,53	4,03	–
NIR <sub>(0,05)</sub> dla: LSD <sub>(0,05)</sub> for:	a – 1,02 b – 1,25 a × b – 1,34				a – 0,35 b – 0,48 a × b – 0,41			

Objaśnienia jak w tab. 3/ Explanations as in tab. 3

Tabela 5. Wpływ badanych biostymulatorów na plon ziela otartego ( $t \cdot ha^{-1}$ )Table 5. The effect of tested biostimulants on yield of grated herb ( $t \cdot ha^{-1}$ )

Biostymulator Biostimulant	Plon ziela otartego/ Yield of grated herb				
	2018	2019	2020	średnia/mean	LW
Viva	1,58	2,69	2,59	2,29	111,2
Stimplex	1,62	2,95	2,61	2,39	116,4
Megafoł	1,65	2,68	2,31	2,21	107,6
Kendal	1,43	2,91	2,25	2,20	106,8
Control	1,39	2,56	2,22	2,06	100
Średnia/Mean	1,53	2,76	2,40	–	–
NIR <sub>(0,05)</sub> dla:	a – 0,184				
LSD <sub>(0,05)</sub> for:	b – 0,332				
	a × b – 0,221				

Objaśnienia jak w tab. 3/ Explanations as in tab. 3

LW – w liczbach względnych/ in relative numbers

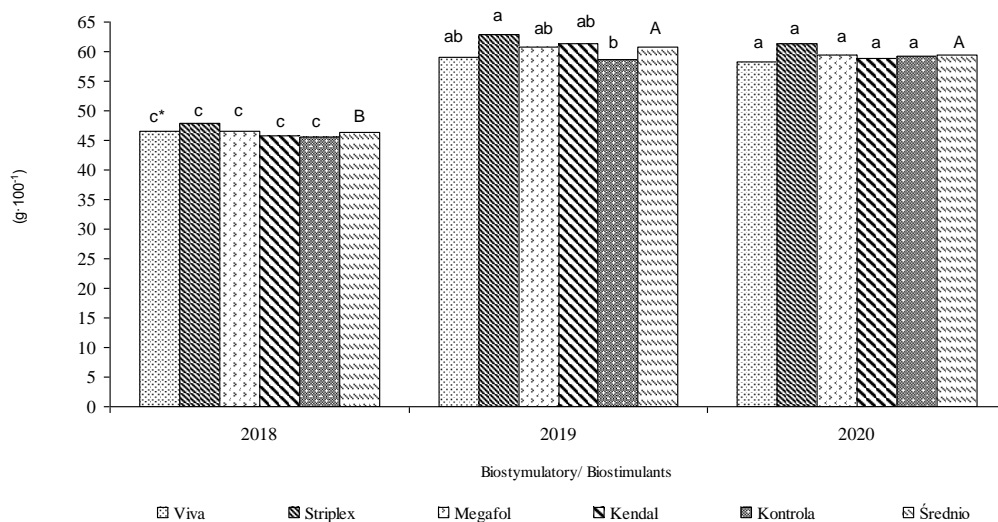
Wielu autorów potwierdza korzystne działanie biostymulatorów zawierających ekstrakt z alg *Ascophyllum nodosum* na cechy morfologiczne i plony roślin. W badaniach Nassar i in. [2020] aplikacja biostymulatora zwiększyła liczbę pędów i masę roślin majeranku. Podobną reakcję uzyskano w przypadku tymianku [Kwiatkowski 2011], mięty i bazylii [Elansary i in. 2016], rozmarynu [Tawfeeq i in. 2016], bylicy rocznej [Ghatas i in. 2021], kolendry [Mehrabani i Valizadeh-Kamran 2019, Tursun 2022] oraz pomidora [Sidhu i Nandwani 2017] i papryki [Ozbay i Demirkiran 2019]. Natomiast w doświadczeniach Kwiatkowskiego i in. [2017] biopreparat na bazie alg (Bio-algeen) w niewielkim stopniu oddziaływał na cechy biometryczne roślin i plon rumianku.

Reakcja roślin na pozostałe biostymulatory uzależniona jest od gatunku. W doświadczeniach Beatović i in. [2007] i Jelačić i in. [2006, 2007a, 2007b, 2007c] zastosowano dolistnie biostymulatory Megafoł i Viva na rośliny zielarskie (bazylia, melisa, jeżówka, lawenda, rozmaryn, szalwia, tymianek, lebiodka, mięta). W wyniku tych badań dodatni wpływ Megafołu na wzrost i rozwój odnotowano tylko u mięty, lebiodki i melisy, natomiast aplikacja Vivy wpłynęła korzystnie na cechy morfologiczne i masę roślin wszystkich badanych gatunków. Preparat Kendal stymulował wzrost i plonowanie tymianku [Król i Kiełtyka-Dadasiewicz 2019], borówki [Chitu i in. 2012] i papryki [Paradić i in. 2012]. Jednak Stanisavljević i in. [2010], opryskując biostymulatorami (Megafoł, Kendal i Viva) truskawki, dowiedli, że tylko preparat Viva zwiększył plony owoców.

W przeprowadzonych badaniach własnych wzrost roślin i tworzenie biomasy uzależnione było także od warunków atmosferycznych panujących w okresie wegetacji majeranku. Najniższy, najslabiej rozgałęziony był majeranek w 2018 r. (tab. 3), co przyczyniło się też do zmniejszenia świeżej i suchej masy roślin i plonu surowca, zaś najwyższe plony odnotowano w 2019 r. (różnica wynosiła  $1,23 t \cdot ha^{-1}$ ) – tabele 4 i 5. Wystąpiła także interakcja między latami badań a preparatami. W suchym i gorącym 2018 r., kiedy rośliny narażone były na stres wodny, najlepsze efekty uzyskano, stosując Megafoł. Jak podaje Petrozza i in. [2014], jest to spowodowane obecnością betain, które zwiększają tolerancję

roślin na stresy abiotyczne. Także oprysk preparatem Stimplex ograniczył niekorzystną reakcję roślin na niedobór wody, ponieważ związki bioaktywne obecne w ekstraktach z wodorostów poprawiają wydajność roślin w warunkach stresowych [Elansary i in. 2016, Drobek i in. 2019, Shukla i in. 2019]. Natomiast w ciepłym i wilgotnym 2019 r. oprysk Kendal i Stimplex ograniczył porażenie roślin przez choroby grzybowe i zwiększył plon biomasy. Jak wynika z badań, obydwie biostymulatory zwiększają odporność roślin na atak patogenów [Jayaraman i in. 2011, Paradiković i in. 2012, Sidhu i Nandwani 2017].

Analizując parametr bezpośrednio warunkujący plon surowca, czyli udział ziela otartego w plonie majeranku, stwierdzono, że badane preparaty nie spowodowały istotnego zwiększenia udziału liści w masie roślin (ryc. 1). Według Seidler-Łożykowskiej [2007] zawartość łądyg w ziele majeranku istotnie różnicują głównie warunki siedliskowe, co zostało potwierdzone także w naszych badaniach. Warto jednak zauważyć, że w przypadku preparatu Stimplex w 2019 r. zanotowano istotne zwiększenie wartości tej cechy w odniesieniu do kontroli, co może świadczyć o tym, iż wpłynął on na lepsze ulistnienie roślin. Potwierdzają to badania Nassar i in. [2020], którzy wykazali korzystne oddziaływanie biostymulatora algowego na liczbę oraz budowę morfologiczną i anatomiczną liści majeranku.



Ryc. 1. Wpływ badanych biostymulatorów na udział ziela otartego majeranku ogrodowego

Fig. 1. The effect of tested biostimulants on the participation of grated herb of sweet marjoram

\* te same litery oznaczają brak istotnego zróżnicowania/ the same letters indicate no significant differentiation

Zawartość olejku w badanym surowcu jest cechą jakościową decydującą o jego przydatności użytkowej, gdyż warunkuje właściwości zarówno farmakologiczne, jak i intensywność zapachu istotną przy użytkowaniu przyprawowym. Otrzymany surowiec w trzyletnim okresie badań charakteryzował się zróżnicowaną zawartością olejku eterycznego (1,35–1,98 ml·100 g), największy jego udział stwierdzono w ciepłym 2018 r., zaś najniższy w 2019 r. (tab. 6). Jak donosi Seidler-Łożykowska [2007], na zawartość olejku



w ziele majeranku wpływają warunki pogodowe, a jego gromadzenie zależy głównie od temperatury powietrza w okresie wegetacji.

Tabela 6. Zawartość olejku eterycznego ( $\text{ml}\cdot 100\text{g}^{-1}$  s.m.) w surowcu majeranku ogrodowego i plon olejku ( $\text{dm}^3\cdot \text{ha}^{-1}$ )  
Table 6. Essential oil content ( $\text{ml}\cdot 100\text{g}^{-1}$  DW) in raw material of sweet marjoram and its yield ( $\text{dm}^3\cdot \text{ha}^{-1}$ )

Biostymulator Biostimulant	Zawartość olejku Essential oil content				Plon olejku Essential oil yield			
	2018	2019	2020	Średnia Mean	2018	2019	2020	Średnia Mean
Viva	1,87	1,37	1,45	1,56	29,5	36,9	37,6	34,7
Stimplex	1,98	1,48	1,59	1,68	32,1	43,7	41,5	39,1
Megafoł	1,88	1,38	1,45	1,57	31,0	37,0	33,5	33,8
Kendal	1,84	1,37	1,52	1,58	26,3	39,9	34,2	33,5
Control	1,83	1,35	1,47	1,55	25,4	34,6	32,6	30,9
Średnia/Mean	1,88	1,39	1,50	–	28,9	38,4	35,9	–
NIR <sub>(0,05)</sub> dla:	a – 0,132				a – 2,21			
LSD <sub>(0,05)</sub> for:	b – 0,103				b – 2,42			
	a × b – 0,121				a × b – 2,53			

Objaśnienia jak w tab. 3/ Explanations as in tab. 3

Stwierdzono, że biostymulatory w niewielkim stopniu modyfikowały procentową zawartość olejku eterycznego w surowcu majeranku i jedynie aplikacja preparatu Stimplex, istotnie zwiększyła jego koncentrację (tab. 6). Również inni autorzy odnotowali dodatni wpływ preparatów na bazie alg brunatnych na udział olejku eterycznego w ziele mięty i bazylii [Elansary i in. 2016], rozmarynu [Tawfeeq i in. 2016], kwiatostanach rumianku [Kwiatkowski i in. 2022] i owocach kolendry [Tursun 2022].

Teoretyczny plon olejku jest wypadkową plonu surowca oraz zawartości w nim olejku. Pomimo iż biostymulatory spowodowały jedynie nieznaczny wzrost udziału olejku (z wyjątkiem Stimplexu), to jednak wyższy plon surowca uzyskany z roślin opryskiwanych badanymi preparatami spowodował, że w obiektach tych zanotowano istotnie wyższy teoretyczny plon w porównaniu z kontrolą (o 8,4–26,6%). Podobną prawidłowość stwierdzono w 2019 r., w którym pomimo najniższej zawartości olejku jego plon był najwyższy (tab. 6).

## WNIOSKI

1. Aplikacja biostymulatorów korzystnie wpłynęła na wysokość roślin, stymulowała tworzenie pędów bocznych i masy nadziemnej majeranku oraz zwiększyła plony surowca o 6,8–16,4%. Spośród porównywanych preparatów najbardziej efektywna okazała się aplikacja biostymulatorów Stimplex i Viva.

2. Zastosowane biostymulatory (z wyjątkiem Stimplexu) w niewielkim stopniu oddziaływały na parametry jakościowe surowca majeranku. Uzyskano jednak wzrost plonu olejku z jednostki powierzchni.

3. Warunki atmosferyczne istotnie różnicowały działanie biostymulatorów. Wybór biopreparatu w systemie zintegrowanej uprawy majeranku powinien być poprzedzony oceną warunków siedliskowych, a ich stosowanie jest szczególnie uzasadnione w przypadku wystąpienia stresów abiotycznych.

#### REFERENCES

- Battacharyya D., Babgohari M.Z., Rathor P., Prithiviraj B., 2015. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Sci. Hortic.* 196, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.012>
- Beatović D., Jelačić S., Vujošević A., 2007. Uticaj prirodnih biostimulatora i spororazlagajućih đubriva na kvalitet rasada timjana, origana i spearmint nane. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik* 13(1–2), 157–164.
- Bulgari R., Cocetta G., Trivellini A., Vernieri P., Ferrante A., 2015. Biostimulants and crop responses: A review. *Biol. Agric. Hort.* 31, 1–17. <https://doi.org/10.1080/01448765.2014.964649>
- Calvo P., Nelson L., Klopper J.W., 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil.* 383(1–2), 3–41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>
- Chitu V., Chitu E., Ancu I., Mladin P., Nicolae S., 2012. Foliar nutrients impact on fruit quality and yield of highbush blueberry. *Fruit Grow. Res.* 28, 112–117.
- Drobek M., Frąc M., Cybulska J., 2019. Plant biostimulants: The importance of the quality and yield of horticultural crops and the improvement of plant tolerance to abiotic stress – A review. *Agronomy* 9, 335. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060335>
- Elansary H.O., Yessoufou K., Shokralla S., Mahmoud E.A., Skalicka-Wozniak K., 2016. Enhancing mint and basil oil composition and antibacterial activity using seaweed extracts. *Ind. Crops Prod.* 92, 50–56. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.07.048>
- EUR-Lex, 2019. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, L 170, 25 czerwca 2019. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=OJ:L:2019:170:TOC> [dostęp: 15.07.2023].
- Farmakopea Polska XI, 2017. PTF, Warszawa.
- Franzoni G., Cocetta G., Prinsi B., Ferrante A., Espen L., 2022. Biostimulants on crops: their impact under abiotic stress conditions. *Horticulturae*, 8, 189. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8030189>
- Ghatas Y., Ali M., Elsadek M., Mohamed Y., 2021. Enhancing growth, productivity and artemisinin content of *Artemisia annua* L. plant using seaweed extract and micronutrients. *Ind. Crops. Prod.* 161, 113202. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.113202>
- Jayaraman J., Norrie J., Punja Z.K., 2011. Commercial extract from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* reduces fungal diseases in greenhouse cucumber. *J. Appl. Phycol.* 23, 353–361. <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9547-1>
- 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>
- Jelačić S., Beatović D., Vujošević A., Lakić N., 2006. Uticaj prirodnih biostimulatora i spororazlagajućih đubriva na kvalitet rasada bosiljka (*Ocimum basilicum* L.) i matičnjaka (*Melissa officinalis* L.). *Poljoprivredna tehnika* 31(4), 117–123.
- Jelačić S., Beatović D., Lakić N., Vujošević A., 2007a. The effect of natural biostimulators and slow disintegrating fertilizers on the quality of Rosemary seedlings (*Rosmarinus officinalis* L.). *J. Agric. Sci.* 52(2), 85–94.

- Jelačić S., Beatović D., Lakić N., 2007b. Effect of natural biostimulators and slow-disintegrating fertilizers on the quality of sage nursery stock under different growing conditions. Zbornik naučnih radova 13(1–2), 145–156.
- Jelačić S., Kišgeci J., Beatović D., Vujošević A., 2007c. Application of biostimulators in production of medicinal, aromatic and herbs nursery plants. Bull. Hops, Sorg. Medic. Plants 39, 37–46.
- Król B., Kiełtyka-Dadasiewicz A., 2019. Effectiveness of foliar fertilizers in integrated crop production of thyme (*Thymus vulgaris* L.). Agron. Sci. 74(2), 15–23. <https://doi.org/10.24326/as.2019.2.2>
- Kwiatkowski C., 2011. The effect of growth stimulators and forecrop on raw material quality and yield of garden thyme (*Thymus vulgaris* L.). Herba Pol. 57(1), 5–14.
- Kwiatkowski C.A., Yakimovich A., Kołodziej B., Harasim E., 2017. Efektywność biopreparatów w konwencjonalnym i ekologicznym systemie uprawy rumianku pospolitego (*Chamomilla recutita* L. Rausch). Annales UMCS, sec. E, Agric. 72(1), 89–102. <https://doi.org/10.24326/as.2017.1.7>
- Kwiatkowski C.A., Harasim E., Feledyn-Szewczyk B., Stalenga J., Jańczak-Pieniążek M., Buczek J., Nnolim A., 2022. Productivity and quality of chamomile (*Chamomilla recutita* (L.) Rausch.) grown in an organic system depending on foliar biopreparations and row spacing. Agriculture, 12, 1534. <https://doi.org/10.3390/agriculture12101534>
- Majkowska-Gadomska J., Jadwisieńczyk K., Francke A., Kaliniewicz Z., 2022. Effect of biostimulants on the yield and quality of selected herbs. Appl. Sci. 12, 1500. <https://doi.org/10.3390/app12031500>
- Market Analysis Report, 2023. Biostimulants Market Size, Share & Trends Analysis Report By Active Ingredients (Acid Based, Microbial), By Crop Type, By Application (Foliar, Soil Treatment), By Region, And Segment Forecasts, 2023–2030. [www.grandviewresearch.com/industry-analysis/biostimulants-market](http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/biostimulants-market) [dostęp: 15.07.2023].
- Mehrabani L.V., Valizadeh-Kamran R., 2019. The effects of soil cover and Stimplex (*Ascophyllum nodosum* extract) foliar application on antioxidant activity and some physiological characteristics of *Coriandrum sativum* L. J. Plant Physiol. Breed. 9(1), 33–45. <https://doi.org/10.22034/jppb.2019.10100>
- Nassar M.A., EL-Kobisy O.S., Shaaban S.A., Abdelwahab H.M., 2020. Seaweed extract enhancing growth, fresh herb and essential oil of sweet marjoram (*Origanum majorana* L.) Plant Archives 20, Supp. 1, 3094 – 3101.
- Ozbay N., Demirkiran A.R., 2019. Enhancement of growth in ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.) plants with application of a commercial seaweed product, Stimplex®. Appl. Ecol. Environ. Res. 17(2), 4361–4375. [http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1702\\_43614375](http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1702_43614375)
- Paradiković N., Ćosić J., Baličević R., Vinković T., Vrandečić K., Ravlić M. 2012. Utjecaj kemijskih bioloških mjera na rast i razvoj presadnica paprika i suzbijanje fitopatogenih gljiva *Pythium ultimum* i *Rhizoctonia solani*, Glasnik zaštite bilja 35(3), 50–56.
- Paradiković N., Teklić T., Zeljković S., Lisjak M., Špoljarević M., 2019. Biostimulants research in some horticultural plant species – A review. Food Energy Secur. 8(2) e00162. <https://doi.org/10.1002/fes3.162>
- Petrozza A., Santaniello A., Summerer S., Di Tommaso G., Di Tommaso D., Paparelli E., Piaggese A., Perata P., Cellini F., 2014. Physiological responses to Megafol® treatments in tomato plants under drought stress: a phenomic and molecular approach. Sci Hortic. 22(174), 185–92. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.05.023>
- Seidler-Łożykowska K., 2007. Wpływ warunków pogodowych na zawartość olejku eterycznego w surowcach tymianku właściwego (*Thymus vulgaris* L.) i majeranku ogrodowego (*Origanum majorana* L.). Roczn. Akad. Rol. Pozn. Ogrod. 4, 605–608.
- Shukla P.S., Mantin E.G., Adil M., Bajpai S., Critchley A.T., Prithiviraj B., 2019. *Ascophyllum nodosum* – based biostimulants: sustainable applications in agriculture for the stimulation of

- plant growth, stress tolerance, and disease management. *Front. Plant Sci.* 10, 655. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00655>
- Sidhu V., Nandwani D., 2017. Effect of Stimplex® on yield performance of tomato in organic management system. *Ann. Adv. Agric. Sci.* 1(1), 11–15. <https://doi.org/10.22606/as.2017.11002>
- Skowera B., 2014. Zmiany warunków hydrotermicznych na obszarze Polski (1971–2010). *Fragm. Agron.* 31(2), 74–87.
- Sosnowska D., Sobiczewski P., Zbytek Z., Czembor J., 2016. Integrowana produkcja roślin – korzyści i perspektywy. *Prog. Plant Prot.* 56(1), 114–119. <https://doi.org/10.14199/ppp-2016-020>
- Stanisavljević A., Lisjak M., Špoljarević M., Vinković T., Agić D., Štolfa I., Welzer F., Paradiković N., Teklić T., 2010. Biostimulators impact on productivity in the cultivation of strawberries on foil. *Proceedings of the 45th Croatian and 5th International Symposium on Agriculture, 2010 February 15–19, Osijek*, 1138–1142.
- Tawfeeq A., Culham A., Davis F., Reeves M., 2016. Does fertilizer type and method of application cause significant differences in essential oil yield and composition in rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Ind. Crop. Prod.* 88, 17–22. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.03.026>
- Tursun A.O., 2022. Effect of foliar application of seaweed (organic fertilizer) on yield, essential oil and chemical composition of coriander. *PLoS ONE* 17(6), e0269067. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269067>

**Źródło finansowania:** Dotacja na utrzymanie potencjału badawczego MEiN.

**Summary:** The field experiment in the village of Trębanów in Świętokrzyskie province, Poland was conducted during the period 2018–2020. The aim of the research was to determine the plants morphological characteristics, size and yields structure and the essential oil content and yield depending on the application of biostimulants in integrated production of sweet marjoram (*Origanum majorana* L.). Natural biostimulants such as: Viva ( $2 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ); Stimplex ( $1,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ); Megafol ( $1,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ); Kendal ( $1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) were used twice as foliar application. Results indicated that application of the preparations contributed to better plant growing, stimulated forming of aboveground parts and increased raw material yields by 6.8–16.4%. In the three-year research period, Stimplex and Viva application appeared to be the most efficient. There was also an interaction between years and preparations. In 2018, Megafol reduced the adverse reactions of plants to water stress, while Kendal – infestation by fungal diseases in 2019. It was shown that the yield and quality of marjoram were variable in the years of the research. Among compared preparations only biostimulant Stimplex increased essential oil contents in marjoram herb.

**Key words:** yield, essential oil, seaweed, amino acids

Otrzymano/Received: 6.07.2023  
Zaakceptowano/Accepted: 16.11.2023  
Opublikowano/Published: 18.04.2024