

THE USEFULNESS OF SOME BIOLOGICAL COMPOUNDS IN ORGANIC FARMING PRODUCTION OF PROMEDICAL PLANTS

Summary

The aim of this study was to evaluate the efficacy of new biological agents used in organic farming of evening primrose, in terms of improving the quality and yield of seeds. Field experiments were conducted in 2008-2010 and under different growing conditions: in sandy clay soil in drought (not watered) or under optimum condition where soil and plants were irrigated when needed. Biological compounds, exhibiting different mechanisms of action (Tytanit, Biojodis, Physe, EM) were applied to seeds, leaves and soil. Their impact on the inflorescent architecture, seed yield and fat content and the content of GLA in the oil extracted from seeds was determined. Studies have shown that the cultivation conditions and used bio-compounds influenced the growth and development of plants and seed maturation. The growing conditions largely determined the yield of seeds. In optimum conditions (optimal irrigation) the yield was more than twice higher than in drought (not watered). The tested bio-compounds were most effective in improving of the evening primrose growth in extreme conditions (not irrigated soil). The most beneficial results and a significant increase in seed yield was obtained in drought (not watered) after their foliar treatment with biostimulator Tytanit or after soil application of EM. The seeds obtained from the treated plants contained 2.9% more of oil than in control. Content of γ -linolenic acid in oil was slightly higher in seeds obtained from the treated plants than in control, but these differences were not statistically significant.

MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA WYBRANYCH PREPARATÓW BIOLOGICZNYCH W EKOLOGICZNEJ UPRAWIE ROŚLIN PROZDROWOTNYCH

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań była ocena skuteczności nowych środków biologicznych stosowanych w uprawach ekologicznych wiesiołka dwuletniego w aspekcie poprawy jakości i plonowania nasion. Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2008-2010 w zróżnicowanych warunkach uprawy: na glebie piaszczysto-gliniastej bez nawadniania roślin (susza) oraz w warunkach optymalnych, gdzie rośliny nawadniano w miarę potrzeby. W badaniach uwzględniono preparaty biologiczne o różnych mechanizmach działania (Tytanit, Biojodis, Physe, EM) aplikowane donasiennie, dolistnie i doglebowo. Określono ich wpływ na architekturę nasiennika, plony nasion i zawartość tłuszczu oraz zawartość GLA w oleju. Badania wykazały, że warunki uprawy i stosowanie biopreparatów wpływały na tempo wzrostu i rozwoju roślin oraz dojrzewanie nasion. Warunki uprawy w znacznym stopniu decydowały o plonie nasion. W warunkach optymalnych (nawadnianie) plon był dwukrotnie wyższy niż w warunkach suszy (bez nawadniania roślin). Testowane biopreparaty były najbardziej efektywne w ekstremalnych warunkach uprawy wiesiołka. Najlepsze efekty i istotny wzrost plonów nasion uzyskano po aplikacji dolistnej biostymulatora Tytanit oraz po doglebowej aplikacji preparatu EM i dolistnej Tytanitu w stresowych warunkach uprawy roślin (bez nawadniania). Nasiona zawierały wówczas o 2,9% więcej oleju niż w obiektach nie traktowanych. Zawartość kwasu γ -linolenowego w oleju była nieznacznie wyższa w obiektach traktowanych niż kontrolnych, jednak były to wartości nieistotne statystycznie.

1. Wstęp

W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie roślinami prozdrowotnymi i tzw. nieodżywczymi substancjami naturalnymi (NSN), które są metabolitami wtórnymi roślin i zwiększają odporność organizmu. Ma to niewątpliwie związek z poważnym zagrożeniem społeczeństwa chorobami cywilizacyjnymi oraz poszukiwaniem alternatywnych metod zapobiegania im.

Wśród licznych gatunków roślin o właściwościach prozdrowotnych istotną pozycję od ponad 20 lat zajmuje wiesiołek dwuletni (*Oenothera biennis* L.). Dotychczasowe badania krajowe i zagraniczne wskazują, że ekstrakty z nasion i surowca zielarskiego zawierają związki polifenolowe o działaniu antyoksydacyjnym i są potencjalnym źródłem wielu biofarmaceutyków wspomagających terapię chorób cywilizacyjnych oraz preparatów stosowanych w dietoprofilaktyce [8, 9]. Wiesiołek zawiera między innymi bardzo rzadki w przyrodzie kwas gammalinolenowy (GLA).

Oprócz wiesiołka występuje on między innymi w nasionach porzeczki czarnej, ogóreczniku, jest produkowany przez niektóre gatunki grzybów z rodzaju *Mucor* [7]. Jednak to olej z nasion wiesiołka zawiera najbardziej aktywne biologicznie formy GLA [1, 10]. Kwas linolowy i gammalinolenowy należy do niezbędnych dla organizmu człowieka nienasyconych kwasów tłuszczowych. Reguluje podwyższone ciśnienie krwi i wysoki poziom szkodliwego cholesterolu. Stosuje się go w takich schorzeniach, jak artretyzm, atopia, miażdżyca, cukrzyca, choroby serca, reumatoidalne zapalenie stawów, choroby alkoholowej i innych chorobach neurologicznych [4, 5]. Wymienione prozdrowotne właściwości rośliny sprawiają, że areal jej upraw zwiększa się i staje się alternatywną rośliną wprowadzaną do upraw ekologicznych w całym świecie [2]. Problemem w produkcji nasion wiesiołka jest nierównomierne dojrzewanie i w związku z tym straty plonów wynikające z osypywania się nasion i ich niską jakością [3]. Niezbędne są więc badania ukierunkowane na rozwiązanie oczekiwań producentów nasion.

Celem przeprowadzonych badań była ocena skuteczności nowych środków biologicznych stosowanych w uprawach ekologicznych wiesiołka dwuletniego w aspekcie poprawy jakości i plonowania nasion.

2. Materiał i metody badań

Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2008-2010 w zróżnicowanych warunkach uprawy: na glebie piaszczysto-gliniastej bez nawadniania roślin (suszy) oraz w optymalnych warunkach wilgotności gleby (nawadnianie roślin w miarę potrzeby). Materiałem do badań były nasiona i rośliny wiesiołka dwuletniego (*Oenothera biennis* L.) znanego ze swoich właściwości prozdrowotnych. W uprawach nasiennych wiesiołka badano skuteczność środków biologicznych o różnych mechanizmach działania i różnych sposobów ich aplikacji. Doświadczenie założono w układzie bloków losowych w 3 powtórzeniach. Powierzchnia poletka wynosiła 9 m². Nasiona wiesiołka wysiewano w pole w ostatniej dekadzie października w rzędy co 40 cm na głębokość 0,5-1 cm. W czasie wegetacji wykonywano rutynowe prace pielęgnacyjne. Przed zbiorami przeprowadzono pomiary wysokości roślin, określono liczbę odgałęzień oraz liczbę torebek nasiennych na pędzie głównym i pędach bocznych.

Wyniki liczbowe opracowano statystycznie i obliczono najmniejsze istotne różnice testem Duncana z 5% ryzykiem błędu.

Uwzględniono następujące preparaty i rodzaje aplikacji (13 kombinacji):

1. Tytanit – aplikacja donasienna, 2. Tytanit – aplikacja dolistna, 3. Tytanit – aplikacja doglebowa, 4. Tytanit – aplikacja dolistna + doglebowa, 5. Tytanit – aplikacja donasienna + dolistna, 6. Tytanit – aplikacja donasienna + dolistna + doglebowa, 7. Tytanit – aplikacja dolistna + EM – aplikacja doglebowa, 8. EM – aplikacja doglebowa, 9. EM – aplikacja doglebowa + dolistna, 10. Biojodis – aplikacja dolistna, 11. Physe – aplikacja dolistna, 12. Kontrola – optymalne warunki wilgotnościowe (nawadnianie), 13. Kontrola – bez nawadniania.

Preparaty aplikowane dolistnie (Tytanit, Biojodis, Physe) stosowano w warunkach polowych w formie cyklicznych oprysków roślin (w odstępach dwutygodniowych, począwszy od wytworzenia pierwszych liści właściwych) w dawkach zalecanych przez producenta. Preparaty stosowane doglebowo aplikowano dwukrotnie – na początku wegetacji oraz na początku kwitnienia roślin. Po zbiorach określono plony i jakość nasion oraz oznaczono zawartość tłuszczu i skład kwasów tłuszczowych.

Zawartość tłuszczów w nasionach oznaczano przez ekstrakcję rozdrobnionego surowca eterem naftowym w aparacie Soxhleta, oddestylowanie rozpuszczalnika pod zmniejszonym ciśnieniem i zważenie pozostałości. Skład kwasów tłuszczowych oznaczano metodą chromatografii gazowej na kolumnie kapilarnej estrów metylowych kwasów tłuszczowych otrzymanych w wyniku transestryfikacji tłuszczu metanolowym roztworem trifluorku boru w obecności wodorotlenku sodowego.

3. Wyniki i dyskusja

Wschody roślin wiesiołka corocznie były o kilka dni wcześniejsze w uprawach z nawadnianiem niż roślin bez nawadniania. W kombinacji kontrolnej, bez użycia biopreparatów, rośliny wschodziły nierównomiernie – 3-5 dni później. W późniejszym okresie rośliny rosły i rozwijały się lepiej w obiektach traktowanych biopreparatami, a najlepsze wyniki otrzymano po łącznym stosowaniu biostymula-

tora Tytanit i biopreparatu EM. Zaobserwowano, że rośliny wiesiołka wcześniej tworzyły pędy i zakwitwały. Tytanit zastosowany donasiennie, i dolistnie - w formie 3 oprysków: w fazie rozety liściowej, tuż przed kwitnieniem roślin i w fazie dojrzewania torebek nasiennych przyspieszał kwitnienie roślin wiesiołka i dojrzewanie nasion. Zbiory nasion z tych obiektów wykonywano o 8 dni wcześniej niż z obiektów traktowanych preparatem Biojodis i 12 dni wcześniej niż po aplikacji Physe oraz EM. Po zastosowaniu preparatu Biojodis kwitnienie i dojrzewanie torebek nasiennych trwało o 4 dni dłużej w stosunku do obiektów, z aplikacją Tytanitu, w każdym roku część roślin pozostała w fazie rozety przez cały sezon wegetacyjny. W literaturze brak podobnych doniesień. Z badań wynika, że w warunkach stresowych (niedostatecznego uwilgotnienia gleby) po zastosowaniu preparatu Biojodis i Physe więcej roślin pozostało w fazie rozety (średnio %), niż po zastosowaniu preparatu Tytanit (4,4%). Nawożenie dolistne preparatem Tytanit powodowało zmniejszenie odsetka roślin pozostających w fazie rozety przez cały sezon wegetacyjny (tab. 1).

Pomiary biometryczne roślin wiesiołka wykonane podczas wegetacji roślin wskazują na zróżnicowanie tempa wzrostu roślin w zależności od zastosowanych środków biologicznych. Rośliny rosnące w warunkach optymalnych (nawadniane) pod koniec wegetacji były znacznie wyższe niż uprawiane w warunkach suszy (bez nawadniania), niezależnie od rodzaju zastosowanych preparatów. Podobne wyniki otrzymali Król i Berbec [6] prowadząc badania w zakresie wpływu nawożenia na rozwój i plonowanie wiesiołka dwuletniego. Udowodnili oni, że pod wpływem nawożenia rośliny osiągały większą wysokość oraz tworzyły więcej rozgałęzień i torebek nasiennych. Wpływ nawożenia na plony zależał w ich przypadku od warunków glebowych. Na ubogiej w składniki pokarmowe glebie piaszczystej otrzymano istotne zwiększenie plonów pod wpływem wzrastającego nawożenia mineralnego, natomiast na zasobniejszej glebie pylastej nie stwierdzono dodatniego wpływu na plon nasion, a w obiektach z wysokimi dawkami NPK notowano nawet tendencje spadkowe. Badań w zakresie wpływu preparatów uwzględnionych w niniejszej pracy na wzrost i rozwój roślin oraz plony nasion wiesiołka nie odnaleziono w dostępnej literaturze.

Aplikacja preparatów biologicznych miała duży wpływ na końcową wysokość roślin w warunkach suszy, a stosunkowo niewielki w warunkach optymalnych (wysokiej wilgotności), gdzie rośliny były istotnie niższe tylko w obiekcie kontrolnym (tab. 1). Tytanit wpływał również w sposób istotny na architekturę roślin wiesiołka uprawianego zarówno w warunkach optymalnych, jak i suszy. Prawdopodobnie ta w większym stopniu uwidaczniała się jednak w warunkach ekstremalnych. W warunkach optymalnych rośliny wiesiołka tworzyły ponad dwukrotnie więcej pędów bocznych oraz torebek nasiennych niż w warunkach niedostatecznie wilgotnej gleby. Aplikacja preparatów biologicznych, a zwłaszcza w kombinacjach, gdzie zastosowano Tytanit dolistnie i EM doglebowo indukowała tworzenie pędów, a tym samym wzrastała liczba torebek nasiennych (tab. 2, 3). Rośliny uprawiane w warunkach suszy traktowane preparatem Tytanit łącznie z EM wytworzyły średnio o 38 torebek więcej niż w obiekcie kontrolnym (nie traktowanym-bez nawadniania), natomiast w warunkach optymalnych więcej o 62,2 torebek. Liczba torebek na pędach bocznych istotnie wzrastała zwłaszcza w warunkach suszy po 3-krotnej aplikacji dolistnej Tytanitu, a następnie doglebowej EM (z 6,4% do 39,0%) (tab. 3).

Tab. 1. Wpływ preparatów biologicznych na wzrost i rozwój roślin wiesiołka dwuletniego uprawianego w warunkach optymalnych i suszy (średnio z 3 lat)

Table 1. Effect of biological compounds on growth and development of evening primrose plants grown in optimal and drought conditions (average of 3 years)

Preparat i sposób aplikacji /Compound and method of application	Rośliny pozostające w fazie rozety cały sezon wegetacyjny (%) /Plants remaining in rosettes during the vegetative season (%)	Końcowa wysokość roślin (cm) /Final plant height (cm)	Rośliny pozostające w fazie rozety cały sezon wegetacyjny (%) /Plants remaining in rosettes during the vegetative season (%)	Końcowa wysokość roślin (cm) /Final plant height (cm)
	Warunki optymalne (nawadnianie) /Optimal conditions (watering)		Susza (bez nawadniania) /Drought (not watered)	
Tytanit – donasienna /to seeds	5.1	120.6	8.2	110.3
Tytanit – dolistna /foliar	3.9	129.0	6.0	120.5
Tytanit – doglebowa /to soil	5.4	122.3	6.8	118.0
Tytanit – dolistna + doglebowa /foliar + soil	4.0	124.8	6.0	122.7
Tytanit – donasienna + dolistna /to seeds + foliar	3.6	126.5	5.7	121.0
Tytanit – donasienna + dolistna + doglebowa /to seeds + foliar + soil	4.5	124.0	5.5	120.4
Średnio dla Tytanitu /average for Tytanit	4.4	124.5	6.4	118.8
Tytanit – dolistna + EM + doglebowa /foliar+ EM + soil	2.6	125.7	5.2	119.1
EM – doglebowa /to soil	5.0	120.1	7.0	106.7
EM – doglebowa + dolistna /soil + foliar	5.7	121.0	7.5	109.0
Średnio dla EM /average for EM	5.3	120.5	7.2	107.8
Biojodis – dolistna /foliar	5.5	119.8	10.2	109.5
Physe – dolistna /foliar	7.0	118.2	15.5	99.5
Kontrola /Control	6.5	116.6	17.8	98.1
NIR (LSD) _{0,05}	0,60	4,21	1,48	6,07

Tab. 2. Wpływ preparatów biologicznych na architekturę nasiennika wiesiołka dwuletniego uprawianego w warunkach optymalnych i suszy (średnio z 3 lat)

Table 2. Effect of biological compounds on inflorescent architecture of evening primrose plants grown in optimal and drought conditions (average of 3 years)

Preparat i sposób aplikacji /Compound and method of application	Łączna liczba odgałęzień pędu głównego (szt.) /The total number of branches of the main shoot (units)	Liczba odgałęzień płodnych pędu głównego (szt.) /The number of fertile shoots of the main branches (units)	Łączna liczba odgałęzień pędu głównego (szt.) /The total number of branches of the main shoot (units)	Liczba odgałęzień płodnych pędu głównego (szt.) /The number of fertile shoots of the main branches (units)
	Warunki optymalne (nawadnianie) /Optimal conditions (watering)		Susza (bez nawadniania) /Drought (not watered)	
Tytanit – donasienna /to seeds	5.6	4.3	3.5	2.8
Tytanit – dolistna /foliar	6.1	4.7	4.9	4.2
Tytanit – doglebowa /to soil	5.4	4.1	4.0	3.1
Tytanit – dolistna + doglebowa /foliar + soil	5.6	5.1	4.5	3.6
Tytanit – donasienna + dolistna /to seeds + foliar	5.9	4.8	5.2	4.5
Tytanit – donasienna + dolistna + doglebowa /to seeds + foliar + soil	5.5	5.0	4.7	3.9
Średnio dla Tytanitu /average for Tytanit	5.6	4.7	4.5	3.7
Tytanit – dolistna + EM + doglebowa /foliar+ EM + soil	6.8	5.5	5.0	4.2
EM – doglebowa /to soil	5.3	3.9	3.8	2.5
EM – doglebowa + dolistna /soil + foliar	5.0	4.0	3.5	2.5
Średnio dla EM /average for EM	5.1	3.9	3.6	2.5
Biojodis – dolistna /foliar	5.3	4.2	3.1	2.3
Physe – dolistna /foliar	4.5	3.6	2.9	2.1
Kontrola /Control	4.8	3.9	2.7	1.9
NIR (LSD) _{0,05}	0,32	0,54	0,25	0,20

Tab. 3. Wpływ preparatów biologicznych na zawiązywanie nasion i liczbę torebek nasiennych wiesiołka dwuletniego uprawianego w warunkach optymalnych i suszy (średnio z 3 lat)

Table 3. Effect of biocompounds on seed germination and seed capsules of evening primrose in optimal and drought conditions (average of 3 years)

Preparat i sposób aplikacji /Compound and method of application	Liczba torebek nasiennych ogółem (szt.) /Number of seed capsules	Odsetek torebek nasiennych na pędach bocznych (%) /Percentage of capsules on side branches	Liczba torebek nasiennych ogółem (szt.) /Number of seed capsules	Odsetek torebek nasiennych na pędach bocznych (%) /Percentage of capsules on side branches
	Warunki optymalne (nawadnianie) /Optimal conditions (watering)		Susza (bez nawadniania) /Drought (not watered)	
Tytanit – donasienna /to seeds	119.0	49.0	108.7	41.3
Tytanit – dolistna /foliar	131.6	60.5	124.1	53.0
Tytanit – doglebowa /to soil	124.4	55.8	117.0	49.5
Tytanit – dolistna + doglebowa /foliar + soil	126.0	57.3	121.3	51.1
Tytanit – donasienna + dolistna /to seeds + foliar	129.8	59.1	123.6	55.0
Tytanit – donasienna + dolistna + doglebowa /to seeds + foliar + soil	130.3	61.0	125.8	56.8
Średnio dla Tytanitu /average for Tytanit	126.8	57.1	120.1	51.1
Tytanit – dolistna + EM + doglebowa /foliar + EM + soil	131.0	56.5	122.5	52.8
EM – doglebowa /to soil	120.5	49.6	107.3	45.0
EM – doglebowa + dolistna /soil + foliar	121.6	51.3	113.0	45.9
Średnio dla EM /average for EM	121.0	50.4	110.1	45.4
Biojodis – dolistna /foliar	118.0	50.0	108.4	45.0
Physe – dolistna /foliar	116.1	48.5	103.0	39.3
Kontrola /Control	111.3	45.0	84.5	32.6
NIR (LSD) _{0,05}	9,98	6,03	19,41	8,25

Stwierdzono istotną zależność pomiędzy skutecznością testowanych w uprawach wiesiołka biopreparatów a warunkami uprawy roślin (nawadnianie, bądź uprawa roślin bez nawadniania), co przekładało się na plony nasion. W warunkach optymalnych (z nawadnianiem roślin) plony nasion po zastosowaniu biopreparatów były wyższe, niż z obiektów nie traktowanych, lecz nie były to różnice statystycznie istotne. Najlepsze efekty uzyskano po aplikacji dolistnej Tytanitu i doglebowej EM.

Istotny, plonotwórczy efekt biopreparatów odnotowano w warunkach suszy. Plony nasion wiesiołka po trzykrotnej aplikacji dolistnej preparatu Tytanit były wówczas ponad dwukrotnie wyższe niż w obiektach kontrolnych (bez aplikacji preparatu) (tab. 4). Po zastosowaniu preparatu Biojodis uzyskiwano 80% wzrost plonów w stosunku do kontroli, a preparat Physe nie wpływał istotnie na plon nasion.

Zawartość oleju w nasionach wiesiołka kształtowała się różnie w zależności od roku, warunków uprawy i zastosowanych biopreparatów. Największą zawartość oleju we wszystkich latach uprawy odnotowano w nasionach pochodzących z roślin uprawianych w warunkach optymalnych – traktowanych dolistnie preparatem Tytanit. Procentowy udział oleju w nasionach wiesiołka pochodzących z obiektów, gdzie aplikowano dolistnie Tytanit wynosił w poszczególnych latach: 20,8% (2007), 20,5% (2008) i 21,2% (2009), w porównaniu do kontroli (nie traktowanej) gdzie wartości te kształtowały się odpowiednio – 19,5, 19,0 i 20,1%. Najniższą zawartością oleju odznaczały się nasiona pochodzące z upraw w warunkach stresowych (nie nawadnianych) – nie traktowanych biopreparatami (kontrola). Średnia zawartość oleju w nasionach pochodzą-

cych z upraw w latach 2007-2009 wynosiła 17,8 %. W obiektach gdzie zastosowano 3-krotną dolistną aplikację Tytanitu, zawartość oleju w nasionach istotnie się zwiększyła i wynosiła średnio z trzech lat upraw 20,4 %. W warunkach suszy (bez nawadniania roślin) po traktowaniu wiesiołka preparatem Tytanit nasiona zawierały o 2,6% więcej oleju niż w obiektach nie traktowanych (tab. 5). Preparat Tytanit wyróżniał się także pod tym względem na tle innych zastosowanych w uprawach wiesiołka biopreparatów. Po zastosowaniu preparatu Biojodis uzyskano średnio w trzech latach uprawy o 1,4% niższą zawartość oleju w nasionach w porównaniu z Tytanitem, natomiast po aplikacji Physe różnice były nieistotne.

W uprawach roślin oleistych bardzo ważnym wskaźnikiem ich wartości jest także plon tłuszczu uzyskanego z nasion. Najwyższy teoretyczny plon tłuszczu uzyskano stosując w uprawach nawadnianych preparat Tytanit aplikowany dolistnie i EM aplikowany doglebowo (240,0 kg ha⁻¹), zaś najniższy w obiekcie kontrolnym (189,8 kg ha⁻¹) (tab. 4). W warunkach suszy wraz ze zwiększeniem liczby oprysków wzrastał plon tłuszczu (ze 145,8 kg ha⁻¹ w obiekcie kontrolnym, do 220,1 kg w obiekcie z 3-krotną aplikacją Tytanitu. Szczególnie duży wpływ na omawianą cechę miały warunki uprawy. W warunkach nawadniania wydajność tłuszczu była istotnie większa, niż w warunkach suszy.

Stwierdzono niewielki wpływ poszczególnych biopreparatów na skład chemiczny nasion, w tym zawartość kwasu γ -linolenowego w oleju. W poszczególnych latach wartość ta była zbliżona i wahała się w granicach 9,00–9,55% w obiektach z aplikacją biopreparatów, nieco niższa była w obiektach kontrolnych (8,15–9,60%) (dane nie zamieszczone w tabe-

lach). Średnio z trzech lat w obydwu systemach uprawy roślin wiesiołka na nasiona notowano niewielką tendencję wzrostową zawartości GLA w oleju, pod wpływem traktowania roślin biopreparatami (tab. 5). Wyniki badań Ghasemnezhad i Ho-

nermeier (2007) oraz Zadernowskiego i współpracowników (1993) potwierdzają, że różnego rodzaju zabiegi agrotechniczne powodują wzrost plonów nasion, zawartości w nich oleju i zawartości GLA w nasionach.

Tab. 4. Wpływ preparatów biologicznych na plon nasion i wydajność tłuszczu wiesiołka dwuletniego uprawianego w warunkach optymalnych i suszy (średnie z 3 lat)

Table 4. Effect of biocompounds on seed and fat yield in evening primrose grown in optimal and drought conditions (average of 3 years)

Preparat i sposób aplikacji /Compound and method of application	Plon nasion /yield of seeds (kg · ha ⁻¹)	Wydajność tłuszczu /yield of fat (kg · ha ⁻¹)	Plon nasion /yield of seeds (kg · ha ⁻¹)	Wydajność tłuszczu /yield of fat (kg · ha ⁻¹)
	Warunki optymalne (nawadnianie) /Optimal conditions (watering)		Susza (bez nawadniania) /Drought (not watered)	
Tytanit – donasienna /to seeds	1152.8	198.0	687.5	143.0
Tytanit – dolistna /foliar	1280.1	235.8	998.8	209.4
Tytanit – doglebowa /to soil	1229.0	211.5	872.4	188.9
Tytanit – dolistna + doglebowa /foliar + soil	1265.0	220.4	1019.0	212.0
Tytanit – donasienna + dolistna /to seeds + foliar	1288.5	239.0	1036.5	216.5
Tytanit – donasienna + dolistna + doglebowa /to seeds + foliar + soil	1297.0	251.2	1085.8	220.1
Średnio dla Tytanitu /average for Tytanit	1252.1	226.0	950.0	198.3
Tytanit – dolistna + EM + doglebowa /foliar+ EM + soil	1294.3	240.0	1006.0	220.0
EM – doglebowa /to soil	1109.7	194.4	812.3	166.0
EM – doglebowa + dolistna /soil + foliar	1115.0	199.7	850.9	172.5
Średnio dla EM /average for EM	1112.3	197.0	831.6	169.2
Biojodis – dolistna /foliar	1170.0	209.0	795.0	180.0
Physe – dolistna /foliar	1120.5	204.7	752.9	176.3
Kontrola /Control	1065.0	189.8	640.8	115.8
NIR (LSD) _{0,05}	68,22	21,15	96,45	30,32

Tab. 5. Wpływ preparatów biologicznych na zawartość oleju w nasionach i GLA w oleju z nasion wiesiołka dwuletniego uprawianego w warunkach optymalnych i suszy (średnia z 3 lat)

Table 5. Effect of biocompounds on oil content in seeds and GLA in oil of evening primrose grown in optimal and the drought conditions (average of 3 years)

Preparat i sposób aplikacji /Compound and method of application	Zawartość oleju w nasionach (%) /The oil content in seeds (%)	Zawartość GLA w oleju (%) /GLA content in oil (%)	Zawartość oleju w nasionach (%) /Oil content in seeds (%)	Zawartość GLA w oleju (%) /GLA content in oil (%)
	Warunki optymalne (nawadnianie) /Optimal conditions (watering)		Susza (bez nawadniania) /Drought (not watered)	
Tytanit – donasienna /to seeds	19.2	9.14	18.0	9.24
Tytanit – dolistna /foliar	20.8	9.30	19.3	9.42
Tytanit – doglebowa /to soil	19.5	9.18	18.5	9.30
Tytanit – dolistna + doglebowa /foliar + soil	21.2	9.36	19.5	9.42
Tytanit – donasienna + dolistna /to seeds + foliar	21.0	9.30	18.7	9.46
Tytanit – donasienna + dolistna + doglebowa /to seeds + foliar + soil	21.0	9.34	20.4	9.60
Średnio dla Tytanitu /average for Tytanit	20.4	9.27	19.1	9.41
Tytanit – dolistna + EM + doglebowa /foliar+ EM + soil	20.4	9.25	19.1	9.34
EM – doglebowa /to soil	19.5	9.16	18.3	9.28
EM – doglebowa + dolistna /soil + foliar	19.2	9.14	18.9	9.28
Średnio dla EM /average for EM	19.3	9.15	18.6	9.28
Biojodis – dolistna /foliar	20.2	9.22	19.0	9.37
Physe – dolistna /foliar	19.9	9.10	18.6	9.32
Kontrola /Control	19.0	9.12	17.8	9.20
NIR (LSD) _{0,05}	1,26	0,91	0,87	0,50

4. Wnioski

1. Warunki uprawy i stosowanie biopreparatów wpływały na tempo wzrostu i rozwoju roślin. Zarówno w uprawach roślin nawadnianych, jak i nie nawadnianych, część roślin w pierwszym roku pozostawała w fazie rozety. Odsetek takich roślin był mniejszy po zastosowaniu biopreparatów. W obydwu systemach uprawy zmniejszał się istotnie po dolistnej aplikacji Tytanitu i doglebowej EM.
2. Aplikacja biopreparatów w uprawach nasiennych wiesiołka wpływała na architekturę nasiennika i przyspieszenie dojrzewania nasion. Rośliny w warunkach optymalnych tworzyły więcej rozgałęzień i torebek. Niezależnie od warunków uprawy rośliny tworzyły większą liczbę rozgałęzień oraz torebek nasiennych.
3. Warunki uprawy w znacznym stopniu decydowały o plonie nasion. W obiektach nawadnianych plon był wyższy niż w obiektach nie nawadnianych (susza). Zastosowanie dolistnych oprysków Tytanitem w warunkach suszy powodowało istotny wzrost plonów nasion.
4. Zawartość oleju w nasionach każdego roku była wyższa w optymalnych warunkach wzrostu roślin (o 2,9%). Pod wpływem preparatu Tytanit, zastosowanego zwłaszcza w warunkach suszy, notowano tendencje wzrostowe.
5. Zawartość kwasu γ -linolenowego w oleju była nieznacznie wyższa w obiektach traktowanych preparatami niż kontrolnych, ale były to wartości nieistotne statystycznie.

5. Literatura

- [1] Barre E.D.: Potential of evening primrose, borage, black currant and fungal oils in human health. *Ann Nutr Metab.*, 2001, 45: 47-57.

- [2] Fieldsend AF, Morison J.I.L.: Climatic conditions during seed growth significantly influence oil content and quality in winter and spring evening primrose crops (*Oenothera* spp.). *Ind. Crops Prod.*, 2000, 12:137-147.
- [3] Ghasemnezhad, A., Honermeier B.: Seed yield, oil content and fatty acid composition of *Oenothera biennis* L. affected by harvest time and harvest method. *Ind. Crops Prod.*, 2007, 25 (3): 274-281.
- [4] Huang Y.S., Ziboh V.A.: Gamma linolenic acid: recent advanced in biotechnology and clinical applications. AOCS Press, Champaign, IL. PP., 2000, 259.
- [5] Kris-Etherton P.M., Taylor D.S., Yu-Poth S., Huth P., Moriarty K., Fishell V., Hargrove R.L.: Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2000, 71: 179-188.
- [6] Król B., Berbec S.: Rozwój i plonowanie wiesiołka dwuletniego (*Oenothera biennis* L.) w zależności od nawożenia mineralnego. *Annales UMCS, Sec. E*, 2004, 59, 4, 1731-1737.
- [7] Lapinskas P.: Production and marketing of GLA-containing oils. *Proceedings of the International Symposium on New Approaches to Functional Cereals and Oils China*, 1997, 636.
- [8] Mendoza De Gives E, Sparks C.A, Fieldsend A.F, Lazier P.A, Jones H.D.: High frequency of adventitious shoot regeneration from commercial cultivars of evening primrose (*Oenothera* spp.) using tidiazerone. *Ann. Appl. Biol.*, 2005, 138: 329-332.
- [9] Murphy C.L., McKenny C.B, Auld D.L, Hopper N.W.: Field production of texas native evening primrose (*Oenothera* spp.) as a source of gamma linolenic acid. *Acta Hortic.*, 2004, 629: 283-288.
- [10] Peschel W., Dieckmann W., Sonnenschein M., Plescher A.: High antioxidant potential of pressing residues from evening primrose in comparison to other oilseed cakes and plant antioxidant. *Ind Crops Prod.*, 2007, 25: 44-54.
- [11] Zadernowski R., Lossow B., Nowak-Polakowska H.: Wpływ dojrzałości nasion wiesiołka na ich wartość technologiczną. *Wiadomości Zielarskie*, 1993, 2.