

¹ Katedra Herbologii i Technik Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, e-mail: czarkw@poczta.onet.pl

² Instytut Ochrony Roślin w Priłukach, Dystrykt Mińsk, Mira 2, 223011 Białoruś

³ Katedra Roślin Przemysłowych i Leczniczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin

CEZARY A. KWIATKOWSKI¹, ALENA YAKIMOVICH²,
BARBARA KOŁODZIEJ³, ELŻBIETA HARASIM¹

Efektywność biopreparatów w konwencjonalnym i ekologicznym systemie uprawy rumianku pospolitego (*Chamomilla recutita* L. Rausch)

Effectiveness of biopreparations in conventional and organic cultivation system
of chamomile (*Chamomilla recutita* L. Rausch)

Streszczenie. W latach 2014–2016 w warunkach klimatyczno-glebowych środkowej Lubelszczyzny przeprowadzono doświadczenie polowe, którego celem było określenie wpływu systemów uprawy (konwencjonalnego i ekologicznego) oraz trzech biopreparatów aplikowanych dolistnie (Herbageen Basic, Bio-algeen, EM Farming) na plonowanie i jakość surowca rumianku pospolitego. Oznaczono wysokość roślin, liczbę kwiatostanów na roślinie, ogólny plon surowca oraz zawartość w surowcu olejku eterycznego i flawonoidów. Udowodniono, że tradycyjna (system konwencjonalny) uprawa rumianku wpływała na poprawę cech biometrycznych i zwiększenie produktywności rośliny, jak również stymulowała poprawę cech jakościowych w porównaniu z uprawą ekologiczną. Biopreparaty miały niewielki wpływ na analizowane cechy. Tendencję korzystnego działania na formowanie ilościowych i jakościowych cech rumianku pospolitego zaobserwowano w przypadku stymulatora wzrostu Bio-algeen. Nawóz dolistny Herbageen Basic, a zwłaszcza efektywne mikroorganizmy (EM Farming) miały neutralny bądź negatywny wpływ na analizowane parametry rumianku pospolitego.

Słowa kluczowe: plonowanie rumianku, olejek eteryczny, flawonoidy, system uprawy, Herbageen Basic, Bio-algeen, EM Farming

WSTĘP

Rumianek pospolity (*Chamomilla recutita* L. Rauch) jest jedną z najbardziej popularnych roślin zielarskich na świecie i w Polsce [Jambor 2001, 2005]. Już w starożytności był używany do leczenia bezsenności czy też bólu gardła. Ze względu na bogaty skład

chemiczny oraz łagodne działanie rumianek znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach. Działa przeciwzapalnie, wiatropędnie, przeciwskurczowo i odkażająco. Zewnętrznie, w postaci okładów stosuje się go m.in. w stanach zapalnych skóry, uszkodzeniach naskórka, oparzeniach słonecznych, trudno gojących się ranach, w zapaleniu spojówek i powiek. Ponadto używa się go wspomagająco w leczeniu chorób kobiecych oraz do płukania jamy ustnej i gardła w zapaleniach dziąseł, gardła i przy anginie. Kąpiel z rumianku działa ściągająco przy obrzmieniach. Doustnie stosuje się przetwory z rumianku w stanach skurczowych żołądka i jelit, nieżytach, przewlekłym zapaleniu nerek i pęcherza moczowego, schorzeniach alergicznych. W połączeniu z innymi ziołami ma działanie uspokajające i przeciwgorączkowe [Rumińska 1981, Srivastava i in. 2010]. Prace hodowlane doprowadziły do powstania kilku odmian rumianku o pokroju umożliwiającym uprawę mechaniczną, a przede wszystkim o dużej zawartości substancji czynnych w olejku eterycznym, zwłaszcza jednego z seskwiterpenów – α -bisabololu (głównie jego tlenki). Związek ten jest istotny z terapeutycznego punktu widzenia, gdyż działa przeciwzapalnie, łagodzi podrażnienia i hamuje rozwój mikroorganizmów. Badania wykazują, że może też indukować apoptozę zmienionych chorobowo leukocytów w przebiegu białaczki [Cavalieri i in. 2011]. Zawartość olejku eterycznego w surowcu rumianku wynosi 0,24–1,9%. Inną ważną substancją czynną są flawonoidy będące silnymi antyoksydantami (m.in. apigenina, rutyna, apiina, apigetryna, luteolina), kumaryny (umbeliferon, herniaryna); proazulenyl (matrycyna, matricarin), cholina, kwasy fenolowe (np. kwas salicylowy) [Letchamo 1996, Farmakopea Polska VI 2000].

W Polsce łączna masa surowców zielarskich z plantacji to ok. 18–20 tys. ton, a ze stanu naturalnego – 2–4 tys. ton [Jambor 2005]. Naszymi atutami są: ponad stuletnia tradycja upraw, wiele własnych odmian roślin zielarskich oraz duże powierzchnie kraju wolne od zanieczyszczeń środowiska. Uprawa ziół może być dobrym wyborem dla wielu rolników, zwłaszcza w gospodarstwach ekologicznych [Jambor 2001, Seidler-Łożykowska 2008]. Uprawa roślin zielarskich zarówno w systemie ekologicznym, jak i w konwencjonalnym pomimo dużej pracochłonności należy do najbardziej opłacalnych w rolnictwie [Jambor 2001, 2005]. Surowiec zielarski pozyskany z upraw ekologicznych ma wyższą cenę w punktach skupu ziół [Kwiatkowski i in. 2014]. Doskonalenie agrotechniki roślin zielarskich, a zwłaszcza bardzo popularnego w kraju i na świecie rumianku pospolitego jest ciągle aktualne, szczególnie w kontekście metod ekologicznych i proekologicznych. Jak wynika z niektórych badań naukowych pozytywny wpływ na produktywność i jakość surowca tych roślin mogą wywierać biopreparaty (stymulatory wzrostu, nawozy dolistne), a w mniejszym stopniu efektywne mikroorganizmy [Borgen i Davanlou 2000, Kołodziej 2004, 2008, Przybysz i in. 2010, Kwiatkowski 2015].

Biorąc pod uwagę powyższe przesłanki, za cel badań przyjęto określenie struktury plonu i wybranych parametrów jakościowych surowca rumianku pospolitego odmiany 'Złoty Łan' w zależności od biopreparatów stosowanych dolistnie (biostymulator wzrostu, nawóz dolistny, efektywne mikroorganizmy) w dwóch systemach uprawy – konwencjonalnym i ekologicznym. Hipoteza badawcza zakładała korzystny wpływ zabiegów proekologicznych na wzrost plonowania i jakości surowca rumianku pospolitego. Podstawą przyjęcia takiego założenia były niektóre doniesienia naukowe [Kwiatkowski 2011, 2015, Kwiatkowski i Juszcak 2011, Woropaj-Janczak i in. 2011].

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe dotyczące uprawy rumianku pospolitego (*Chamomila recutita* (L.) Rausch.) prowadzono w latach 2014–2016 r. w Dysiu, gm. Niemce (51°18'57"N, 22°35'06"E), woj. lubelskie. Dwa niezależne doświadczenia założono metodą split-block w 3 powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 5 m². W obu doświadczeniach uprawiano odmianę 'Złoty Łan'. Jest to odmiana tetraploidalna, wielokwiatowa, o słabo ulistnionych, wyrównanych pędach, odznaczająca się wysoką plennością i dużą zawartością olejku eterycznego (1,5%) oraz α -bisabololu (0,85%) [Seidler-Łożykowska 1999, 2000]. Całkowita powierzchnia doświadczeń wynosiła 360 m² (180 m² + 180 m²). W obu doświadczeniach rumianek pospolity uprawiano na glebie bielcowej (pH w 1 mol KCl = 6,3–6,5), zaliczanej do kompleksu żytznego bardzo dobrego. Na polu przeznaczonym pod doświadczenie z uprawą ekologiczną w ciągu ostatnich 3 lat prowadzono uprawę roślin w systemie rolnictwa ekologicznego. Na podstawie badań próbek gleby pobieranych na jesieni (październik 2014 r.) stwierdzono, iż gleba pod obydwoma doświadczeniami charakteryzowała się średnią zawartością przyswajalnych makroelementów (P = 79,2–79,9; K = 84,2–85,6; Mg = 30,2–30,8 mg/kg). Zawartość próchnicy w glebie wynosiła 1,41–1,48%, zaś pH w 1 mol KCl = 6,4.

W doświadczeniach uwzględniono następujące czynniki:

I. System uprawy rumianku pospolitego:

1. konwencjonalny,

2. ekologiczny.

II. Biopreparaty stosowane dolistnie:

A. bez aplikacji biopreparatów – obiekt kontrolny,

B. Herbagreen Basic – 10 g w 1 l wody,

C. Bio-algeen S90 – 4,0 ml w 1 l wody,

D. EM Farming 60,0 ml w 1 l wody.

Szczegółowy skład preparatów zastosowanych w doświadczeniu przedstawiono w tabeli 1.

Przedplonem rumianku pospolitego w obu doświadczeniach był rzepak ozimy uprawiany na zielony nawóz. W doświadczeniu z uprawą ekologiczną, w nawożeniu doglebowym (przedsiewnym) zastosowano nawóz mineralny (Humac Agro 150 kg ha⁻¹) dopuszczony do stosowania w rolnictwie ekologicznym. W systemie konwencjonalnym zastosowano przedsiewnie nawożenie mineralne NPK w dawkach: N = 50 kg ha⁻¹, P = 40 kg ha⁻¹, K = 60 kg ha⁻¹. Nasiona rumianku wysiewano w obu doświadczeniach w III dekadzie kwietnia (2,5 kg ha⁻¹), podobnie jak w praktyce rolniczej w rejonie badań. Ochrona przed chwastami w systemie ekologicznym i konwencjonalnym polegała na ich mechanicznym usuwaniu (pielnik) w fazie 3–5 liści rumianku. Ponadto w systemie konwencjonalnym zastosowano po zbiorze przedplonu herbicyd Reglone (1,5 l ha⁻¹).

Biopreparaty (kombinacje B–D) aplikowano opryskiwaczem poletkowym plecakowym pod ciśnieniem 0,25 MPa. Jednorazową aplikację preparatów wykonywano w fazie 5–7 liści rumianku.

W okresie 35 dni przed zbiorem surowca oznaczano wysokość roślin rumianku pospolitego oraz liczbę kwiatostanów na roślinie. Pomiary przeprowadzono na podstawie 30 roślin wybranych losowo z każdego poletka. Wysokość roślin mierzono drewnianą miarką (od podstawy rośliny do nasady najwyższej usytuowanych kwiatostanów).

Tabela 1. Składniki preparatów uwzględnionych w doświadczeniu
Table 1. Components of the sprays used in the experiment

Nazwa preparatu Name of spray	Skład preparatu/ Composition of spray
Herbagreen Basic	Kompozycja makro- i mikroelementów/ The content of macro- and microelements: Ca (41,8%), Si (17,5%), Fe (3,1%), Mg (2,2%), K (0,5%), Ti (0,5%), Na (0,4%), S (0,4%), P (0,1%), Mn (0,1%) oraz śladowych ilości/ with trace content of: B, Cu.
Bio-algeen S90	Naturalny wyciąg z glonów morskich <i>Ascophyllum nodosum</i> . W podstawowym składzie zawiera/ Natural extract from marine algae <i>Ascophyllum nodosum</i> . The basic composition includes: N (0,02%), P ₂ O ₅ (0,006%), K ₂ O (0,096%), CaO (0,31%), MgO (0,021%), B (16 mg kg ⁻¹), Fe (6,3 mg kg ⁻¹), Cu (0,2 mg kg ⁻¹), Mn (0,6 mg kg ⁻¹), Zn (1,0 mg kg ⁻¹) oraz śladowe ilości/ with trace content of: Mo, Se.
EM Farming	Organizmy beztlenowe, które w procesach metabolizmu uwalniają do środowiska wolny chemicznie tlen (bakterie fotosyntetyczne, promieniowce, bakterie kwasu mlekowego, grzyby fermentujące, drożdże) – szczegółowy udział w preparacie poszczególnych szczepów mikroorganizmów jest tajemnicą producenta (patent) i nie figuruje w żadnych dostępnych zestawieniach. Anaerobic organisms which release free, chemically uncombined oxygen into the environment during metabolic processes (photosynthetic bacteria, actinobacteria, lactic acid bacteria, fermentation fungi, yeasts) – the percentage contributions of particular microorganism strains in the spray is the manufacturer's secret (patent) and this information is not included in any available data sheets.

Zbiór kwiatostanów przeznaczonych do produkcji rozkruszu dokonywano po około 10 dniach od fazy początku kwitnienia (w połowie rozwinięte koszyczki – II–III dekada sierpnia). Zbiór rumianku przeprowadzano ręcznie (ścinając koszyczki sekatorem), wybierając koszyczki znajdujące się w fazie dojrzałości technologicznej. Pozyskany surowiec zielarski suszono w temperaturze 35°C w suszarni powietrznej, a następnie ręcznie wymłacano. Uzyskany rozkrusz ważono, a następnie dzielono na poszczególne frakcje przy pomocy sit o wymiarach oczek: 3,0; 1,0; 0,8; 0,4 mm. Otrzymane frakcje, tj. kwiaty rurkowe, kwiaty języczkowe i nasiona zostały zważone, zaś inne części rośliny, np. osadki kwiatowe, rozdrobnione łodygi, liście, zostały odrzucone.

Z uzyskanego surowca zielarskiego pobrano próby do oznaczeń składu chemicznego. Analizy chemiczne prowadzono w Laboratorium Jakości Warzyw i Surowców Zielarskich Katedry Warzywnictwa i Roślin Zielarskich UP w Lublinie i obejmowały następujące oznaczenia:

- określenie zawartości flawonoidów metodą Christ i Müllera, w przeliczeniu na kwercetynę QE [Farmakopea Polska IX, 2011];
- określenie zawartości olejku eterycznego metodą farmakopealną [Farmakopea Polska IX, 2011].

Wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji oraz zweryfikowano testem Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Do obliczeń statystycznych posłużył program Statistica.

Tabela 2. Opady i temperatura powietrza w okresie kwiecień–sierpień w latach 2014–2016 na tle danych z wielolecia (1974–2003) w Dysie
Table 2. Rainfall and air temperature in April–August of 2011–2013 as compared with long-term data (1974–2003) in Dys

Lata Years	Opady/ Rainfall (mm)						
	kwiecień April	maj May	czerwiec June	lipiec July	sierpień August	ogółem total IV–VIII	ogółem total I–XII
2014	70,8	60,3	69,6	102,2	57,4	360,3	695,7
2015	67,8	47,9	56,3	87,6	24,3	283,9	607,7
2016	66,8	36,8	39,8	86,7	65,3	295,4	576,1
Średnia Mean 1974–2003	44,7	59,3	80,9	78,6	67,4	330,9	621,5
Lata Years	Temperatura/ Temperature (°C)						
	kwiecień April	maj May	czerwiec June	lipiec July	sierpień August	średnia mean IV – VIII	średnia mean I – XII
2014	7,4	15,7	17,1	18,5	18,0	15,3	7,7
2015	7,7	16,9	17,9	18,8	18,4	15,9	7,8
2016	7,2	14,4	17,0	18,3	17,9	14,9	7,5
Średnia Mean 1974–2003	7,1	13,0	16,8	17,5	17,2	14,3	7,4

W okresie prowadzenia badań (2014–2016) średnie temperatury powietrza we wszystkich latach były wyższe niż przeciętne. W drugim roku badań szczególnie wysokie temperatury w stosunku do wielolecia odnotowano w maju i czerwcu. Lata badań różniły się także rozkładem opadów. Suma opadów w 2014 r. przewyższała średnie wartości w rejonie o 74,2 mm, a największe opady zanotowano w lipcu. W 2015 r. suma opadów była nieznacznie mniejsza od średniej wieloletniej, a szczególnie suchym miesiącem okazał się sierpień. Natomiast w 2016 r. rozkład opadów w okresie wegetacji rumianku pospolitego znacznie odbiegał od średnich wieloletnich. Najwięcej deszczu spadło w kwietniu i w lipcu, natomiast w maju i w czerwcu wystąpiły niedobory wody (tab. 2).

WYNIKI

System uprawy nie miał istotnego wpływu na wysokość roślin rumianku pospolitego. Spośród zastosowanych w eksperymencie biopreparatów również trudno wymienić ten o najkorzystniejszym działaniu (tab. 3). Pomimo nieistotnych różnic, warto jednak zau-

ważać, iż w systemie ekologicznym najwyższe rośliny rumianku ukształtowały się po zastosowaniu preparatu Bio-algeen, w systemie konwencjonalnym zaś Herbagreen Basic.

Liczba kwiatostanów na 1 roślinie rumianku pospolitego istotnie zależała od systemu uprawy (tab. 4). W uprawie konwencjonalnej była ona istotnie większa (średnio o 22%) niż w uprawie ekologicznej. Biopreparaty także nie miały udowodnionego statystycznie wpływu na tę cechę. Stwierdzono jednakże istotną interakcję – Herbagreen Basic oraz EM Farming zastosowane w uprawie konwencjonalnej wpływały na największą liczbę kwiatostanów na roślinie rumianku (tab. 4).

Tabela 3. Wysokość roślin rumianku pospolitego (cm) – średnie z lat 2014–2016
Table 3. Chamomile plant height (cm) – mean for 2014–2016

Biopreparaty Biopreparations	System uprawy/ Farming system		Średnio Mean
	konwencjonalny conventional	ekologiczny organic	
A – kontrola/ control	59,0	59,3	59,1
B – Herbagreen Basic	58,4	57,4	57,9
C – Bio-algeen S90	56,4	59,9	58,2
D – EM Farming	57,8	56,9	58,1
Średnio/ Mean	57,9	58,4	–
NIR 0,05/ LSD 0.05 dla/ for: system uprawy farming system (a) = r.n./ n.s.; biopreparaty/ biopreparations (b) = r.n./ n.s.; współdziałanie interaction (a × b) = r.n./ n.s.			

Tabela 4. Liczba kwiatostanów na 1 roślinie rumianku pospolitego – średnie z lat 2014–2016
Table 4. Number of inflorescences per chamomile stem – mean for 2014–2016

Biopreparaty Biopreparations	System uprawy/ Farming system		Średnio Mean
	konwencjonalny conventional	ekologiczny organic	
A – kontrola/ control	17,5	15,5	16,5
B – Herbagreen Basic	20,3	14,6	17,3
C – Bio-algeen S90	16,6	14,3	15,4
D – EM Farming	20,7	15,6	18,1
Średnio/ Mean	18,7	14,9	–
NIR 0,05/ LSD 0.05 dla/ for: system uprawy/ farming system (a) = 1,17; biopreparaty/ biopreparations (b) = r.n./ n.s.; współdziałanie/ interaction (a × b) (b/a) = 1,44			

Uzyskany plon ogólny rumianku pospolitego istotnie zależał od systemu uprawy. Rumianek uprawiany w systemie konwencjonalnym plonował wyżej o około 0,16 (t ha⁻¹) (15%) od uprawianego w systemie ekologicznym (tab. 5). Biopreparaty miały mniejszy wpływ na różnicowanie plonu ogólnego rumianku pospolitego. Średnio istotnie większe plony koszyczków uzyskano dla kombinacji B (aplikacja środka Herbagreen Basic) niż C i D (Bio-algeen i EM Farming) oraz A (kontrola). Stwierdzono też w obrębie systemu konwencjonalnego istotnie największe plony koszyczków (1,12 t ha⁻¹) w konwencjonalnej uprawie rumianku opryskiwanego preparatem Herbagreen Basic. W systemie ekologicznym nie wykazano natomiast szczególnego wpływu żadnego z testowanych preparatów.

Tabela 5. Plon ogólny surowca (koszyczków) rumianku pospolitego (t ha⁻¹ s.m.) – średnie z lat 2014–2016Table 5. Total yield of chamomile raw material (head) (t ha⁻¹ DW) – mean for 2014–2016

Biopreparaty Biopreparations	System uprawy/ Farming system		Średnio Mean
	konwencjonalny conventional	ekologiczny organic	
A – kontrola/ control	0,96	0,86	0,91
B – Herbagreen Basic	1,12	0,89	1,00
C – Bio-algeen S90	0,93	0,82	0,87
D – EM Farming	0,99	0,79	0,89
Średnio/ Mean	1,00	0,84	–
NIR 0,05/ LSD 0,05 dla/ for: system uprawy/ farming system (a) = 0,07; biopreparaty/ biopreparations (b) = 0,08; współdziałanie/ interaction (a × b) = 0,10			

Tabela 6. Plon ogólny surowca (koszyczków) rumianku pospolitego (t ha⁻¹ s.m.) w poszczególnych latach badańTable 6. Total yield of chamomile raw material (head) (t ha⁻¹ DW) in each year of research

Wyszczególnienie Specification	Lata /Years		
	2014	2015	2016
System konwencjonalny Conventional system	0,91	1,07	1,04
System ekologiczny Organic system	0,70	0,87	0,85
Średnio/ Mean	0,80	0,97	0,94
NIR 0,05/ LSD 0,05 dla/ for: system uprawy / farming system (a) = 0,08; lata /years (b) = 0,10; współdziałanie/ interaction (a × b) (b/a) = 0,11			
A – kontrola/ control	0,86	0,92	0,95
B – Herbagreen Basic	0,95	0,99	1,08
C – Bio-algeen S90	0,80	0,84	0,97
D – EM Farming	0,81	0,85	0,83
Średnio/ Mean	0,85	0,90	0,96
NIR 0,05/ LSD 0,05 dla/ for: biopreparaty / biopreparations (a) = 0,07; lata/ years (b) = 0,06; współdziałanie/ interaction (a × b) (b/a) = 0,08			

Plon ogólny koszyczków rumianku (zarówno w uprawie konwencjonalnej, jak i ekologicznej) był istotnie mniejszy w 2014 r., głównie z uwagi na rekordowe opady w lipcu, niż w latach 2015–2016 (tab. 6). Z kolei plonotwórcza efektywność biopreparatów (Herbagreen Basic, Bio-algeen) była istotnie większa w 2016 r., charakteryzującym się okresami posuchy w maju i czerwcu, w stosunku do lat 2014–2015.

W plonie ogólnym rozkruszu rumianku pospolitego wyraźnie dominowały kwiaty rurkowe, które stanowiły średnio 82,9–90,0% surowca (tab. 7). Zdecydowanie mniej w ogólnej strukturze plonu było kwiatów języczkowych (około 6,0–12,0%) oraz nasion (ok. 3,4–6,8%). Rozpatrując strukturę plonu ogólnego rumianku pospolitego w zależności od systemu uprawy, stwierdzono istotnie większy udział w kwiatostanach kwiatów rurkowych w wyniku uprawy konwencjonalnej niż ekologicznej. Z zastosowanych w eksperymencie biopreparatów tylko Herbagreen Basic (kombinacja B) istotnie wpły-

wał na większy udział kwiatów rurkowych, a jednocześnie na istotnie mniejszy udział kwiatów języczkowych i nasion w plonie ogólnym, w porównaniu ze strukturą plonu w kombinacjach A i D.

Tabela 7. Sucha masa kwiatów rurkowych, języczkowych i nasion w ogólnym plonie surowca rumianku pospolitego (%) – średnio z lat 2014–2016

Table 7. Dry weight of disk flowers, ligulate flowers and seeds in the total yield of chamomile raw material (%) – mean for 2014–2016

Wyszczególnienie Specification	Kwiaty rurkowe Disk flowers	Kwiaty języczkowe Ligulate flowers	Nasiona/ Seeds
System konwencjonalny Conventional system	89,6	6,9	3,5
System ekologiczny Organic system	83,7	10,6	5,7
Średnio/ Mean	86,6	8,7	4,6
NIR 0,05/ LSD 0.05 dla/ for: system uprawy farming system	5,67	2,03	0,89
A – kontrola/ control	83,3	10,3	6,4
B – Herbagreen Basic	89,2	6,2	4,6
C – Bio-algeen S90	85,1	8,4	6,5
D – EM Farming	83,5	10,1	6,4
Średnio/ Mean	85,2	8,7	5,9
NIR 0,05/ LSD 0.05 dla/ for: biopreparaty/ bio- preparations	5,73	2,14	0,90

Tabela 8. Zawartość olejku eterycznego w kwiatach rurkowych rumianku pospolitego (% s.m.) – średnie z lat 2014–2016

Table 8. Essential oil content in disk flowers of chamomile (% DW) – mean for 2014–2016

Biopreparaty Biopreparations	System uprawy / Farming system		Średnio Mean
	konwencjonalny conventional	ekologiczny organic	
A – kontrola/ control	0,54	0,30	0,42
B – Herbagreen Basic	0,65	0,35	0,50
C – Bio-algeen S90	0,73	0,41	0,57
D – EM Farming	0,75	0,50	0,62
Średnio/ Mean	0,66	0,39	–
NIR 0,05/ LSD 0.05 dla/ for: system uprawy/ farming system (a) = 0,03; biopreparaty/ biopreparations (b) = 0,04; współdziałanie/ interaction (a × b) = r.n./ n.s.			

Zawartość olejku eterycznego w kwiatach rurkowych rumianku pospolitego zależała istotnie od zastosowanych w badaniach czynników doświadczeń (tab. 8). Zawartość tego składnika w rumianku z uprawy konwencjonalnej była większa o 0,27 punktu procentowego (p.p.) w odniesieniu do ekologicznej uprawy. Wszystkie biopreparaty wpływały istotnie na większą zawartość olejku eterycznego w surowcu, a najkorzystniej na zawar-

tość tego składnika wpływały efektywne mikroorganizmy (kombinacja D) oraz preparat Bio-algeen (kombinacja C).

W każdym z sezonów badawczych zawartość olejku eterycznego w surowcu rumianku z uprawy konwencjonalnej była istotnie większa aniżeli z ekologicznej (tab. 9). W 2016 r., charakteryzującym się niedoborem opadów w niektórych miesiącach okresu wegetacji, biopreparaty Herbagreen Basic oraz EM Farming wpływały istotnie korzystnie na zawartość olejku eterycznego w surowcu rumianku niż w latach lat 2014–2015.

Tabela 9. Zawartość olejku eterycznego w kwiatach rurkowych rumianku pospolitego (% s.m.) w poszczególnych latach badań

Table 9. Essential oil content in disk flowers of chamomile (% DW) in each year of research

Wyszczególnienie Specification	Lata/ Years		
	2014	2015	2016
System konwencjonalny Conventional system	0,60	0,68	0,70
System ekologiczny Organic system	0,38	0,39	0,40
Średnio/ Mean	0,49	0,53	0,55
NIR 0,05/ LSD 0.05 dla/ for: system uprawy/ farming system (a) = 0,06; lata/ years (b) = r.n./ n.s.; współdziałanie/ interaction (a × b) = 0,07			
A – kontrola/ control	0,40	0,42	0,44
B – Herbagreen Basic	0,46	0,48	0,56
C – Bio-algeen S90	0,55	0,55	0,61
D – EM Farming	0,60	0,58	0,68
Średnio/ Mean	0,50	0,51	0,57
NIR 0,05/ LSD 0.05 dla/ for: biopreparaty/ biopreparations (a) = 0,07; lata/ years (b) = r.n./ n.s.; współdziałanie/ interaction (a × b) = 0,08			

Tabela 10. Zawartość flawonoidów w kwiatach rurkowych rumianku pospolitego (mg CA 100 g⁻¹) – średnie z lat 2014–2016

Table 10. Flavonoid content in disk flowers of chamomile (mg CA 100 g⁻¹) – mean for 2014–2016

Biopreparaty Biopreparations	System uprawy / Farming system		Średnio Mean
	konwencjonalny conventional	ekologiczny organic	
A – kontrola/ control	61,32	47,86	54,59
B – Herbagreen Basic	35,47	32,09	33,78
C – Bio-algeen S90	42,51	37,26	39,88
D – EM Farming	35,48	27,84	31,66
Średnio/ Mean	43,69	36,26	–
NIR 0,05/ LSD 0.05 dla/ for: system uprawy/ farming system (a) = 4,51; biopreparaty/ biopreparations (b) = 5,56; współdziałanie/ interaction (a × b) = 8,24			

Surowiec rumianku pospolitego uprawianego tradycyjnie (konwencjonalnie) odznaczał się istotnie większą zawartością flawonoidów w porównaniu z surowcem z uprawy ekologicznej (średnio o około 17%), niezależnie od biopreparatów (tab. 10). Wszystkie

zastosowane w doświadczeniu biopreparaty przyczyniły się istotnie do zmniejszenia zawartości flawonoidów w kwiatach rurkowych. Również w obrębie kombinacji z aplikacją biopreparatów zaobserwowano udowodnione statystycznie różnice w zawartości flawonoidów – mniejsza zawartość w kombinacji B i D (Herbagegreen Basic i EM Farming) niż w kombinacji C (Bio-algeen). Istotnie największą zawartość flawonoidów w kwiatach rurkowych rumianku ($61,32 \text{ mg CA } 100 \text{ g}^{-1}$) stwierdzono w kombinacji kontrolnej (bez użycia biopreparatów) w uprawie konwencjonalnej.

DYSKUSJA

Z przeprowadzonych badań wynika, że wielkość i jakość plonu rumianku pospolitego zależała przede wszystkim od systemu uprawy i była korzystniejsza w wariancie konwencjonalnym. Także inni autorzy podkreślają, iż w systemie ekologicznym produktywność roślin uprawnych jest z reguły mniejsza aniżeli w systemie tradycyjnym. Seidler-Łożykowska i in. [2009a, 2009b] udowodnili, że plon surowca bazylii pospolitej pochodzący z uprawy ekologicznej tylko w jednej z sześciu lokalizacji był większy niż z uprawy konwencjonalnej. Surowiec ten charakteryzował się jednak dużym udziałem łodyg. Surowiec bazylii pochodzącej z upraw ekologicznych charakteryzował się natomiast wysokimi zawartościami olejku eterycznego oraz zwiększonymi zawartościami makro- i mikrośladników. Podobne zależności autorzy zaobserwowali w przypadku tymianku pospolitego. Ponadto ziele tymianku zebrane z plantacji uprawianej konwencjonalnie zawierało więcej azotanów [Seidler-Łożykowska 2009a].

Wyższe plonowanie roślin w systemie konwencjonalnym niż w ekologicznym wynika przede wszystkim ze stosowanej w tradycyjnej uprawie szeroko rozumianej chemizacji zasiewów, jak nawożenie mineralne NPK, ochrona chemiczna przed chwastami, chorobami i szkodnikami. Mniejsze lub większe różnice w produktywności roślin w porównywanych systemach uprawy mogą być uwarunkowane gatunkiem rośliny uprawnej, rodzajem gleby i jej wyjściową zasobnością w przyswajalne składniki pokarmowe czy też rośliną przedplonową [Cassman 1999, Jaskulski i Jaskulska 2004, Mazurkiewicz 2005, Wang i in. 2008, Bavec i in. 2011, Kraska i in. 2013]. Wyniki badań Kwiatkowskiego i in. [2015b] dotyczące zbóż uprawianych w dwóch systemach uprawy dowodzą, że pszenica jara i pszenica ozima plonowały istotnie niżej w systemie ekologicznym aniżeli w konwencjonalnym, natomiast proso i pszenica orkisz nie wykazywały udowodnionych statystycznie różnic w produktywności w obu systemach. Pokazuje to, że gatunki roślin mające mniejsze wymagania siedliskowe i agrotechniczne lepiej radzą sobie w warunkach gospodarowania ekstensywnego, jakim jest produkcja ekologiczna [Kwiatkowski i in. 2014].

Z wyników badań zamieszczonych w niniejszej pracy wynika, że uprawa rumianku pospolitego w systemie ekologicznym wpływała istotnie negatywnie na zawartość olejku eterycznego i flawonoidów. Z doniesień innych autorów [Warman i Havard 1997, 1998] wynika, że uprawa ekologiczna sprzyjała poprawie parametrów jakościowych marchwi, kukurydzy cukrowej i ziemniaka. Ciołek i in. [2012] odnotowali z kolei poprawę jakości ziarna pszenicy, jęczmienia i owsa w systemie ekologicznym. Kwiatkowski i in. [2015b] stwierdzili również istotnie większą zawartość w ziarnie zbóż (pszenica zwyczajna, pszenica orkisz, proso) niektórych składników, jak błonnik pokarmowy, o-dihydroksyfenole, makro- i mikroelementy (N, K, Mg, Ca, Cu, Mn, Fe, Zn, Se), a także korzystniejszy skład aminokwasowy białka w uprawie ekologicznej.

Rezultaty badań własnych obrazują, że zastosowane biopreparaty miały niewielki wpływ na wielkość plonu rumianku pospolitego (zwłaszcza nawóz nalistny Herbageen Basic i efektywne mikroorganizmy). Natomiast zawartość olejku eterycznego w surowcu rumianku zwiększała się istotnie pod wpływem wszystkich biopreparatów. Woropaj-Janczak i in. [2011], stosując w uprawie rumianku biostymulatory Asahi SL i Bio-algeen S90 oraz nawóz mikroelementowy Ekolist P dowiedli, że tylko stosowanie Asahi SL (zarówno w doświadczeniu wazonowym, jak i polowym) wpłynęło na przyrost plonów suchej masy ziela rumianku. Autorzy nie stwierdzili natomiast przydatności preparatów Bio-algeen i Ekolist P do uprawy rumianku w niekorzystnych warunkach – niedoboru wilgotności i wysokich temperatur (doświadczenia wazonowe). Z badań Kwiatkowskiego [2015] wynika, że stymulator wzrostu Asahi SL wpływał dodatnio na plonowanie i jakość surowca rumianku pospolitego, zaś nawóz dolistny Ekolist P w mniejszym stopniu różnicował analizowane parametry. Badania Kwiatkowskiego [2015] potwierdziły też doniesienia innych autorów [Van Vliet i in. 2006, Martyniuk i Księżak 2011] o braku wpływu efektywnych mikroorganizmów na produktywność roślin.

Pozytywny wpływ stymulatorów wzrostu (Asahi SL, Bio-algeen, Tytanit) na rośliny zielarskie udowodnili Kwiatkowski [2011] oraz Kwiatkowski i Juszcak [2011] na przykładzie tymianku właściwego i bazylii pospolitej. Wymienione powyżej stymulatory wzrostu (szczególnie Asahi SL) wpływają także na zwiększenie plonu i poprawę parametrów jakościowych korzeni marchwi [Kwiatkowski i in. 2013, Kwiatkowski i in. 2015a]. W badaniach własnych nie stwierdzono szczególnej przydatności preparatu Herbageen Basic w uprawie rumianku pospolitego. Szewczuk i Juszcak [2003] również wskazują na większą przydatność stymulatorów wzrostu aniżeli nawozów dolistnych, oceniając ich wpływ na przykładzie plonowania fasoli.

WNIOSKI

1. Konwencjonalny system uprawy rumianku pospolitego okazał się korzystniejszy niż ekologiczny, kształtując większy plon ogólny surowca zielarskiego i większy udział kwiatów rurkowych, a także większą zawartość olejku eterycznego i flawonoidów.

2. Biopreparaty w niewielkim stopniu oddziaływały na cechy biometryczne roślin rumianku, jak również nie modyfikowały istotnie plonu ogólnego surowca. Wywierały natomiast większy wpływ na parametry jakościowe surowca zielarskiego, a ich wpływ był zarówno dodatni (zawartość olejku eterycznego), jak i ujemny (zawartość flawonoidów).

PIŚMIENNICTWO

- Bavec M., Narodslawsky M., Bavec F., Turinek M., 2011. Ecological impact of wheat and spelt production under industrial and alternative farming systems. *Renew. Agric. Food Syst.* 27 (3), 242–250.
- Borgen A., Davanlou M., 2000. Biological control of common bunt (*Tilletia tritici*) in organic agriculture. *J. Crop Prod.* 3, 157–171.

- Cassman K.G., 1999. Ecological intensification of cereal production systems. Yield potential, soil quality and precision agriculture. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 96, 5952–5959.
- Cavalieri E., Rigo A., Bonifacio M., Carcereri de Prati A., Guardalben E., Bergamini C., Fato R., Pizzolo G., Suzuki H., Vinante F., 2011. Pro-apoptotic activity of α -bisabolol in preclinical models of primary human acute leukemia cells. J. Translat. Med. 9, 45.
- Ciołek A., Makarska E., Wesołowski M., Cierpiała R., 2012. Content of selected nutrients in wheat, barley and oat grain from organic and conventional farming. J. Elem. 2, 181–189.
- Farmakopea Polska VI, 2000. Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne, Warszawa.
- Farmakopea Polska IX, 2011. Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne, Warszawa.
- Jambor J., 2001. Kierunki rozwoju krajowego rynku surowców i przetworów zielarskich. Herba Pol. 2, 105–119.
- Jambor J., 2005. Polskie zielarstwo i ziołolecznictwo – historia, terażniejszość i przyszłość. Herba Pol. 51, suppl. 1, 20–22.
- Jaskulski D., Jaskulska I., 2004. Effect of fertilization with straw, stubble intercrops and varied tillage on some properties of soil in the crop-rotation link: winter wheat – spring barley. Acta Sci. Pol., Agricultura 3, 151–163.
- Kołodziej B., 2004. Wpływ Atoniku oraz nawożenia dolistnego na plonowanie i jakość surowca żeń-szenia amerykańskiego (*Panax quinquefolium* L.). Annales UMCS, sec. E, Agricultura 59, 157–162.
- Kołodziej B., 2008. The effect plantation establishment method and Atonik application in Goldenrod (*Solidago virgaurea* L. ssp. *virgaurea*) cultivation. Acta Sci. Pol., Hort. Cult. 3, 33–39.
- Kraska P., Andruszczak S., Kwiecińska-Poppe E., Pałys E., 2013. Effect of chemical crop protection on the content of some elements in grain of spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*). J. Elem. 1, 79–90.
- Kwiatkowski C.A., 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., 2015. Yield and quality of chamomile (*Chamomila recutita* (L.) Rausch.) raw material depending on selected foliar sprays and plant spacing. Acta Sci. Pol., Hort. Cult. 14 (1), 143–156.
- Kwiatkowski C.A., Juszczak J., 2011. The response of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) to the application of growth stimulators and forecrops. Acta Agrobot. 64 (2), 69–76.
- Kwiatkowski C.A., Kołodziej B., Woźniak A., 2013. Yield and quality parameters of carrot (*Daucus carota* L.) roots depending on growth stimulators and stubble crops. Acta Sci. Pol., Hort. Cult. 12 (5), 55–68.
- Kwiatkowski C.A., Wesołowski M., Pałys E., Kraska P., Haliniarz M., Nowak A., Andruszczak S., Kwiecińska-Poppe E., 2014. Aspekty proekologicznego gospodarowania w agroekosystemach. Wyd. Perfekta Info, Lublin.
- Kwiatkowski C.A., Haliniarz M., Kołodziej B., Harasim E., Tomczyńska-Mleko M., 2015a. Content of some chemical components in carrot (*Daucus carota* L.) roots depending on growth stimulators and stubble crops. J. Elem. 20 (4), 933–943.
- Kwiatkowski C.A., Haliniarz M., Tomczyńska-Mleko M., Mleko S., Kawecka-Radomska M. 2015b. The content of dietary fiber, amino acids, dihydroxyphenols and some macro- and micronutrients in grain of conventionally and organically grown common wheat, spelt wheat and proso millet. Agric. Food Sci. 24, 195–205.
- Letchamo W., 1996. Developmental and seasonal variations in flavonoids of diploid and tetraploid chamomile ligulate florets. J. Plant Physiol. 148, 645–651.

- Martyniuk S., Książak J., 2011. Ocena pseudomikrobiologicznych biopreparatów stosowanych w uprawie roślin. *Pol. J. Agron.* 6, 27–33.
- Mazurkiewicz J., 2005. Comparison of the technological quality of wheat and rye cultivated in conventional and ecological farm conditions. *Acta Agrophys.* 6, 729–741.
- Przybysz A., Wrochna M., Słowiński A., Gawrońska H., 2010. Stimulatory effect of Asahi SL on selected plant species. *Acta Sci. Pol., Hort. Cult.* 9 (2), 53–64.
- Rumińska A., 1981. Rośliny lecznicze – podstawy biologii i agrotechniki. Warszawa.
- Seidler-Łożykowska K., 1999. Comparison of some traits of chamomile strains and varieties with high content of α -bisabolol. Part I. *Herba Pol.* 45, 312–317.
- Seidler-Łożykowska K., 2000. Comparison of some traits of chamomile strains and varieties with high content of α -bisabolol. Part II. *Herba Pol.* 46, 5–11.
- Seidler-Łożykowska K., 2008. Odmiany roślin zielarskich. Instytut Roślin i Przetworów Zielarskich, Poznań, 20–21.
- Seidler-Łożykowska K., Mordalski R., Kucharski W., Golcz A., Kozik E., Wójcik J., 2009a. Gospodarcza i jakościowa wartość surowca wybranych gatunków roślin leczniczych z upraw ekologicznych. Cz. I. Plon i jakość ziela tymianku pospolitego (*Thymus vulgaris* L.). *Acta Sci. Pol., Agricultura* 8 (3), 23–28.
- Seidler-Łożykowska K., Mordalski R., Kucharski W., Golcz A., Kozik E., Wójcik J., 2009b. Gospodarcza i jakościowa wartość surowca wybranych gatunków roślin leczniczych z upraw ekologicznych. Cz. II. Plon i jakość ziela bazylii pospolitej (*Ocimum basilicum* L.). *Acta Sci. Pol. Agricultura* 8 (3), 29–35.
- Srivastava J.K., Shankar E., Gupta S., 2010. Chamomile: A herbal medicine of the past with bright future. *Mol Med Report.* 2010 Nov 1, 3 (6), 895–901.
- Szewczuk Cz., Juszczyk M., 2003. Wpływ dolistnego stosowania nawozów i stymulatorów wzrostu na plony nasion fasoli tycznej uprawianej na chmielniku. *Acta Agrophys.* 85, 203–208.
- Van Vliet P.C.J., Bloem J., de Goede R.G.M. 2006. Microbial diversity, nitrogen loss and grass production after addition of Effective Microorganisms (EM) to slurry manure. *Appl. Soil Ecol.* 32 (2), 188–198.
- Wang Z.H., Li S.X., Malhi S. 2008. Effect of fertilization and other agronomic measures on nutritional quality of crops. *J. Sci. Food Agric.* 88, 7–23.
- Warman P.R., Havard K.A., 1997. Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown carrots and cabbage. *Agr. Ecosyst. Environ.* 61, 155–162.
- Warman P.R., Havard K.A., 1998. Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown potatoes and sweet corn. *Agr. Ecosyst. Environ.* 68, 207–216.
- Woropaj-Janczak M., Andrzejewska J., Skinder Z. 2011. Reaction of German chamomile (*Chamomila recutita* L. Raushert) cultivars to biostimulants and foliar fertilisation. *Herba Pol.* 57 (1), 16–26.

Badania prowadzono w ramach grantu naukowego białorusko-polskiego (GR 20143192) „The ecological and biological substantiation of medical plant protection system against weed vegetation for getting highly qualitative vegetal raw stuff in Belarus and Poland” finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa na Białorusi.

Summary. During the period 2014–2016 a field experiment was conducted under the soil and climatic conditions prevailing in the Municipality of Niemce (the central Lublin region) to determine the effect of farming systems (conventional and organic) and three foliar biopreparations (Herbagreen Basic, Bio-algeen, EM Farming) on the yield and raw material quality of chamomile. Plant height and the number of inflorescences per plant, the total raw

material yield as well as essential oil and flavonoid content in the raw material were determined. It was proved that traditional cultivation (conventional system) of chamomile contributed to an improvement in the biometric characteristics and increased productivity of this plant, but also stimulated an improvement in the quality characteristics of raw material obtained compared to the organic system. The biopreparations had a small effect on the characteristics analyzed. A trend of beneficial effect on the quantitative and qualitative characteristics of chamomile was observed in the case of the growth stimulator Bio-algeen. The foliar fertilizer Herbagreen Basic, and in particular Effective Microorganisms (EM Farming), had a neutral or negative effect on the analyzed parameters of chamomile.

Key words: chamomile yield, essential oil, flavonoids, farming system, Herbagreen Basic, Bio-algeen, EM Farming