

Katedra Herbologii i Technik Uprawy Roślin, Wydział Agrobiotechnologii
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
email: schojnacka2@gmail.com

SYLWIA CHOJNACKA , MAŁGORZATA HALINIARZ 

Wpływ preparatów biologicznych na plonowanie, zachwaszczenie i jakość ziarna pszenicy orkisz

Effect of biological preparations on yield, weed infestation and grain quality of
spring spelt wheat

Streszczenie. Doświadczenie polowe przeprowadzone w Gospodarstwie Doświadczalnym w Czesławicach miało na celu ocenę wpływu preparatów biologicznych w różnych kombinacjach na plon, zachwaszczenie i jakość ziarna jarej pszenicy orkisz odmiany ‘Wirtas’. Uwzględniono pojedyncze oraz podwójne zabiegi opryskiwania preparatami Herbageen Basic, Bio-algeen S90 i Asahi SL, a także obiekt kontrolny oraz obiekt z pełną ochroną chemiczną. Eksperyment wykazał brak istotnego wpływu biostymulatorów na plonowanie, parametry zachwaszczenia oraz zawartość potasu i wapnia w ziarnie pszenicy orkisz, natomiast zawartość magnezu i sodu była istotnie wyższa w obiektach traktowanych biostymulatorami w porównaniu z obiektami, na których nie stosowano biologicznych preparatów. Zastosowanie chemicznej ochrony łąnu spowodowało istotne ograniczenie liczby i suchej masy chwastów w stosunku do obiektu kontrolnego, ale nie miało wpływu na plon ziarna. Herbageen Basic, Bio-algeen S90 i Asahi SL mogą być polecane do stosowania w uprawie pszenicy orkisz, ponieważ produktywność roślin orkisz na obiektach, na których stosowano biopreparaty, i na obiektach z pełną ochroną łąnu była zbliżona.

Słowa kluczowe: pszenica orkisz, preparat biologiczny, zachwaszczenie, jakość ziarna, biostymulant

WSTĘP

W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania pszenicą orkisz z uwagi na jej wysoką odporność na stresy środowiskowe oraz ze względu na duże walory smakowe

i żywieniowe [Magistrali i in. 2020]. Cechy te powodują, iż omawiany gatunek sprawdza się w uprawach rolnictwa ekologicznego oraz jest ważnym elementem w żywieniu człowieka i zwierząt [Stępień i in. 2017]. Pszenica orkisz należy do najstarszych roślin uprawianych w Polsce. Jej wymagania glebowe są dużo mniejsze niż pszenicy zwyczajnej. Uprawiana niegdyś na terenach górskich dobrze znosi kamieniste podłoże i surowy klimat. Preferuje gleby o małej zasobności w azot, ponieważ zbyt duża ilość tego pierwiastka może prowadzić do wylegania roślin. Optymalnym stanowiskiem są gleby próchniczne, odchwaszczone, o dużej aktywności biologicznej. Pszenica orkisz wykazuje dużą konkurencyjność wobec chwastów oraz odporność na choroby grzybowe i szkodniki [Filipek-Mazur i in. 2020, Haliniarz i in. 2020].

W Polsce nawożenie dolistne naturalnymi preparatami pełniącymi funkcje stymulatorów wzrostu i plonowania roślin zyskuje coraz większe zainteresowanie i jest coraz częściej stosowane w uprawie roślin zbożowych [Michalski i Horoszkiewicz-Janka 2005]. Biostymulatory zawierają bardzo różne, specyficzne substancje lub organizmy, takie jak: fitohormony, bioregulatory (fenole, kwas salicylowy), algi i wodorosty morskie, grzyby, bakterie, sole nieorganiczne, chityna i chitozan, aminokwasy i inne substancje zawierające azot [Jardin 2012]. Głównym zadaniem tych preparatów jest wspieranie prawidłowego wzrostu i rozwoju rośliny oraz przyspieszanie jej procesów życiowych. Biostymulatory wspomagają pobieranie niezbędnych do życia pierwiastków, przemiany metaboliczne oraz rozwój sfery włośnikowej korzeni [Calvo i in. 2014, Jia i in. 2019, Chen i in. 2020, Navarro-León i in. 2020]. Dodatkowym atutem stosowania biostymulatorów jest zwiększenie odporności rośliny na stresy środowiskowe – biotyczne i abiotyczne [Lamparski i in. 2013, Ricci i in. 2019, Navarro-León i in. 2020]. W rolnictwie integrowanym biostymulatory są uzupełnieniem chemicznej ochrony roślin, natomiast w gospodarstwach ekologicznych stanowią główny element plonochronny i plonotwórczy [Janas 2009, Lamparski i in. 2013, Łozowicka i in. 2019].

Biorąc pod uwagę przedstawione powyżej zalety biopreparatów, za cel badań przyjęto ocenę wpływu biostymulatorów wzrostu (Bio-algeen S90, Asahi SL), nawozu dolistnego (Herbagreen Basic) oraz chemicznej ochrony łanu na plonowanie, zachwaszczenie oraz wybrane cechy jakościowe jarej formy pszenicy orkisz. Hipoteza badawcza zakładała, że efekty produkcyjne po aplikacji biostymulatorów w łanie pszenicy orkisz będą porównywalne lub większe niż uzyskane w warunkach pełnej ochrony chemicznej łanu.

METODYKA BADAŃ

Eksperyment polowy przeprowadzono w latach 2016–2017 w Gospodarstwie Doświadczalnym w Czesławicach położonym na Płaskowyżu Nałęczowskim. Gospodarstwo należy do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Doświadczenie zlokalizowano na glebie płowej wytworzonej z lessu, zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego i II klasy bonitacyjnej. Gleba charakteryzowała się lekko kwaśnym odczynem (pH 6,2–6,5), zawartością próchnicy od 1,39 do 1,53%, wysoką zawartością fosforu i magnezu oraz średnią lub wysoką potasu. Doświadczenie założono metodą split-block w trzech powtórzeniach. Powierzchnia poletek wynosiła 16,2 m². Badano jarą pszenicę orkisz odmiany 'Wirtas',

wysiewaną w II dekadzie kwietnia. Przedplonem pszenicy orkisz był burak cukrowy. Zbiór przypadał na II dekadę sierpnia.

Czynnikami badawczym były różne sposoby stosowania dolistnych preparatów biologicznych oraz ochrony chemicznej łąnu w następujących kombinacjach:

A – bez aplikacji preparatów (obiekt kontrolny),

B – dolistny zabieg opryskiwania preparatem Herbagreen Basic 2,5 kg·ha⁻¹ w fazie BBCH 21–23,

C – dolistny zabieg opryskiwania preparatem Bio-algeen S90 2,0 l·ha⁻¹ w fazie BBCH 21–23,

D – dolistny zabieg opryskiwania preparatem Asahi SL 0,6 l·ha⁻¹ w fazie BBCH 21–23,

E – dwukrotny dolistny zabieg opryskiwania preparatem Herbagreen Basic 1,25 kg·ha⁻¹ w fazie BBCH 21–23 i 1,25 kg·ha⁻¹ w fazie BBCH 39,

F – dwukrotny dolistny zabieg opryskiwania preparatem Bio-algeen S90 1,0 l·ha⁻¹ w fazie BBCH 21–23 i 1,0 l·ha⁻¹ w fazie BBCH 39,

G – dwukrotny dolistny zabieg opryskiwania preparatem Asahi SL 0,3 l·ha⁻¹ w fazie BBCH 21–23 i 0,3 l·ha⁻¹ w fazie BBCH 39,

H – obiekt z pełną ochroną chemiczną: herbicyd Chisel 75 WG (tifensulfuron metylowy + chlorosulfuron) w fazie BBCH 21–23 w dawce 60 g·ha⁻¹ z adiuwantem Trend 90 EC w stężeniu 0,05%, insektycyd Decis Mega 50 EW (deltametryna) w dawce 0,2 l·ha⁻¹, fungicydy Yamato 303 SE (tiofanat metylu + tetrakonazol) w fazie BBCH 30–31 w dawce 1,5 l·ha⁻¹ i Optan 183 SE (piraklostrobina + epoksykonazol) w fazie BBCH 45–49 w dawce 1,5 l·ha⁻¹.

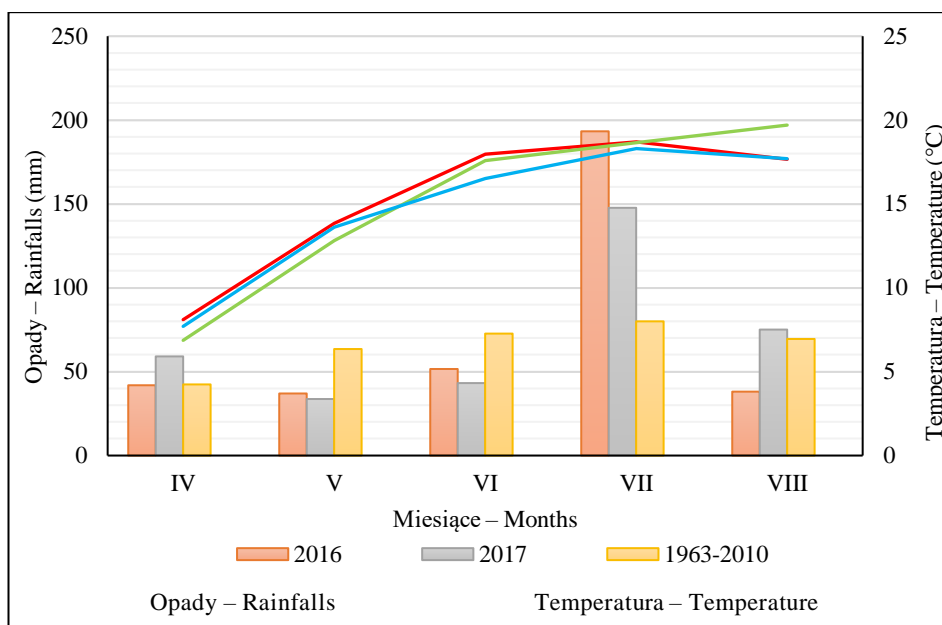
Charakterystykę zastosowanych w doświadczeniu preparatów biologicznych przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Skład preparatów biologicznych stosowanych w uprawie pszenicy orkisz
Table 1. Composition of biological preparations applied in spelt wheat

Nazwa preparatu Name of the preparation	Skład preparatu Composition of the preparation
Herbagreen Basic	Makro- i mikroelementy: CaO (41,8%), MgO (2,2%), SiO ₂ (17,5%), Fe ₂ O ₃ (3,1%), MnO ₂ (0,1%), K ₂ O (0,5%), TiO ₂ (0,5%), Na ₂ O (0,4%), SO ₃ (0,4%), P ₂ O ₅ (0,1%) oraz śladowe ilości B, Cu i Zn
Bio-algeen S90	Naturalny wyciąg z glonów morskich <i>Ascophyllum nodosum</i> , zawiera: 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 Mo, Se, Co
Asahi SL	Biostymulator oparty na trzech substancjach aktywnych z grupy nitrofenoli naturalnie występujących w roślinach: orto-nitrofenolu sodu, para-nitrofenolu sodu i 5-nitroguajakolu sodu

Na obiekcie kontrolnym (A) i obiektach, na których aplikowano biostymulatory (B–G), nie stosowano zabiegów odchwaszczających oraz środków zwalczających choroby i szkodniki.

Zastosowano nawożenie azotowe w postaci saletry amonowej, którą aplikowano w dwóch dzielonych dawkach – 60% przed siewem, 40% w fazie strzelania w źdźbło (BBCH 31–33), łącznie $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nawożenie fosforowe i potasowe zastosowano jesienią przed siewem jarej pszenicy orkisz w ilości: P_2O_5 – $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i K_2O – $70 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.



Rys. 1. Średnia temperatura (°C) oraz suma opadów (mm) występujących w latach 2016–2017 oraz 1963–2010 w Stacji Meteorologicznej w Czesławicach

Fig. 1. Air temperature and rainfall in 2016–2017 and 1963–2010 according to the Meteorological Station in Czesławice

Zarówno temperatura, jak i opady w obu sezonach wegetacji jarej formy pszenicy orkisz były bardzo zbliżone (rys. 1). Można zaobserwować wyraźnie mniejszą ilość opadów w maju i czerwcu w latach 2016 i 2017, w porównaniu z danymi z tych miesięcy w wieloleciu (1963–2010). W lipcu natomiast suma opadów znacznie przewyższała średnią z wielolecia. W pierwszym sezonie wegetacyjnym największą ilość opadów odnotowano w lipcu – 193,3 mm, natomiast najmniejszą we wrześniu – 16,8 mm. W roku 2017 również w lipcu zarejestrowano największe opady w ilości 147,7 mm, a najuboższy w opady okazał się być maj – 33,7 mm.

Przedmiotem szczegółowych badań były plon ziarna ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) oraz wybrane elementy struktury plonu: liczba ziaren w kłosie (szt.), masa ziaren w kłosie (g) oraz masa 1000

ziaren (g). Masa i liczba ziarniaków z kłosa to średnie wyniki z 30 losowo wybranych kłosów z poletka. Masę 1000 ziaren określono, ważąc 2 razy po 500 ziaren.

Analizę zachwaszczenia łąnu wykonano metodą botaniczno-wagową przed zbiorem rośliny uprawnej, w fazie dojrzałości woskowej pszenicy (BBCH 83–85). Oznaczono liczbę i powietrznie suchą masę chwastów w dwóch losowo wybranych miejscach o powierzchni 0,5 m² na każdym poletku.

Zawartość potasu, wapnia, magnezu i sodu w ziarnie oznaczono metodą spektrometrii absorpcji atomowej ze wzbudzeniem w płomieniu acetylen-powietrze w Centralnym Laboratorium Badawczym Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

Wszystkie otrzymane wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji (ANOVA). Istotność różnic między średnimi określono na podstawie testu Tukeya, na poziomie istotności 0,05.

WYNIKI BADAŃ

Zastosowanie preparatów biologicznych i chemicznej ochrony roślin nie miało istotnego wpływu na plon oraz elementy struktury plonu jarej pszenicy orkisz (tab. 2). Średnio z dwóch lat badań plon ziarna orkiszu kształtował się od 4,53 t·ha⁻¹ na obiekcie, na którym stosowano dwukrotny zabieg opryskiwania preparatem Bio-algeen S90, do 5,11 t·ha⁻¹ w warunkach dwukrotnego oprysku regulatorem wzrostu Asahi SL.

Tabela 2. Plon i wybrane elementy struktury plonu pszenicy orkisz (średnio z lat 2016–2017)

Table 2. Yield and yield components of spelt wheat (mean for 2016–2017)

Obiekty doświadczalne Treatments	Plon (t·ha ⁻¹) Yield (t·ha ⁻¹)	Liczba ziaren w kłosie Number of grains in the ear	Masa ziaren z kłosa (g) Weight of grains in the ear (g)	Masa 1000 ziaren (g) 1000 grains weight (g)
A	5,12	21,1	0,66	31,40
B	4,93	20,4	0,66	32,29
C	4,75	20,3	0,61	29,67
D	4,66	19,1	0,56	29,31
E	4,64	19,9	0,61	30,56
F	4,53	19,7	0,61	30,42
G	5,11	20,5	0,61	30,09
H	5,01	22,1	0,75	33,74
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.

A – bez aplikacji preparatów (obiekt kontrolny) – without the application of preparations (control object), B – dolistny zabieg opryskiwania preparatem Herbagreen Basic – foliar spraying with Herbagreen Basic, C – dolistny zabieg opryskiwania preparatem Bio-algeen S90 – foliar spraying with Bio-algeen S90, D – dolistny zabieg opryskiwania preparatem Asahi SL – foliar spraying with Asahi SL, E – dwukrotny dolistny zabieg opryskiwania preparatem Herbagreen Basic – double foliar spraying with Herbagreen Basic, F – dwukrotny dolistny zabieg opryskiwania preparatem Bio-algeen S90 – double foliar spraying with Bio-algeen S90, G – dwukrotny dolistny zabieg opryskiwania preparatem Asahi SL – double foliar spraying with Asahi SL, H – obiekt z pełną ochroną chemiczną – object with full chemical protection, n.i. – różnice nieistotne – not significant

Chemiczna, w tym herbicydowa, ochrona ładu istotnie ograniczyła liczbę chwastów na 1 m² w porównaniu do obiektu kontrolnego o 50,4%, natomiast powietrznie suchą masę o 74,4% (tab. 3). Warianty stosowania preparatów biologicznych nie różnicowały istotnie zarówno liczby, jak i masy chwastów występujących na 1 m² ładu jarej pszenicy orkisz. W odniesieniu do obiektu kontrolnego i z ochroną chemiczną liczba chwastów na poletkach, na których aplikowano badane środki naturalne, nie różniła się istotnie. Natomiast biomasa chwastów na obiektach z dolistnym zabiegiem opryskiwania preparatem Herbagreen Basic (B), Bio-algeen S90 (C) oraz z dwukrotnym dolistnym zabiegiem opryskiwania preparatem Herbagreen Basic (E) była istotnie mniejsza niż w warunkach kontrolnych. W porównaniu do ochrony chemicznej (obiekt H) istotnie większą powietrznie suchą masę chwastów stwierdzono w warunkach stosowania dwukrotnego oprysku preparatem Asahi SL (obiekt G).

Tabela 3. Liczba i powietrznie sucha masa chwastów w ładzie pszenicy orkisz
(średnio z lat 2016–2017)

Table 3. Number and air-dry weight of weeds in spelt wheat (mean for 2016–2017)

Obiekty doświadczalne Treatments	Liczba chwastów (szt.·m ⁻²) Number of weeds (pcs.·m ⁻²)	Sucha masa chwastów (g·m ⁻²) Air-dry weight of weeds (g·m ⁻²)
A	45,0	38,39
B	39,0	14,62
C	35,0	19,69
D	35,0	22,96
E	31,7	14,04
F	40,7	25,46
G	31,7	27,82
H	22,3	9,82
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	18,83	15,77

Objaśnienia – zob. tab. 2 – Explanations – see tab. 2

W ładzie pszenicy orkisz występowały łącznie 24 gatunki chwastów (21 jednorocznych i 3 wieloletnie) – tab. 4. Na obiekcie kontrolnym najliczniej występowały *Chenopodium album* oraz *Amaranthus retroflexus*, natomiast na poletkach, na których stosowano preparaty biologiczne – *Echinochloa crus-galli* i *Chenopodium album*. Najmniej zróżnicowane pod względem składu gatunkowego chwastów były poletka, na których zastosowano chemiczną ochronę ładu (H). Aplikacja preparatów chemicznych zwalczających agrofagi wyeliminowała z ładu *Amaranthus retroflexus*, *Polygonum lapathifolium*, *Galopsis tetrahit*, *Galinsoga parviflora*, *Galinsoga ciliata*, *Polygonum aviculare*, *Erigeron canadensis*, *Fallopia convolvulus*, *Plantago intermedia*, *Senecio vulgaris*, *Veronica arvensis*, *Veronica persica*, *Capsella bursa-pastoris* oraz gatunki wieloletnie.

Tabela 4. Skład gatunkowy i liczba chwastów na 1 m² w łanie pszenicy orkisz (średnio z lat 2016–2017)Table 4. Species composition and number of weeds per 1 m² in the spelt wheat (mean for 2016–2017)

Gatunki chwastów Weed species	Obiekty doświadczalne – Treatments							
	A	B	C	D	E	F	G	H
I. Jednoroczne – Short lived								
<i>Chenopodium album</i>	17,3	6,7	5,7	4,0	6,0	9,3	11,0	1,0
<i>Amaranthus retroflexus</i>	12,3	2,7	1,0	3,0	0,3	2,0	3,0	0,0
<i>Echinochloa crus-galli</i>	7,0	15,7	10,3	11,7	9,7	10,7	8,0	12,3
<i>Polygonum lapathifolium</i>	3,0	2,7	3,3	1,3	2,3	1,7	0,0	0,0
<i>Galeopsis tetrahit</i>	2,0	3,3	2,0	1,7	2,7	4,0	2,3	0,0
<i>Galinsoga parviflora</i>	1,3	1,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0
<i>Polygonum aviculare</i>	0,7	0,0	0,7	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
<i>Stellaria media</i>	0,3	2,3	2,7	5,0	2,3	3,3	2,3	0,3
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,3	1,3	1,3	0,7	0,0	0,0	0,3	0,0
<i>Erigeron canadensis</i>	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sonchus arvensis</i>	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
<i>Viola arvensis</i>	0,0	1,3	2,0	3,7	2,7	3,3	3,0	0,7
<i>Fallopia convolvulus</i>	0,0	1,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
<i>Galium aparine</i>	0,0	0,3	1,3	0,3	0,3	0,7	0,0	3,3
<i>Plantago intermedia</i>	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0
<i>Lapsana communis</i>	0,0	0,0	1,3	1,3	2,7	4,3	1,0	0,7
<i>Senecio vulgaris</i>	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Veronica arvensis</i>	0,0	0,0	0,7	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0
<i>Veronica persica</i>	0,0	0,0	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lamium amplexicaule</i>	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	3,7
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0
II. Wieloletnie – Perennial								
<i>Equisetum arvense</i>	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Elymus repens</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
<i>Cirsium arvense</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Liczba gatunków chwastów Number of weed species	11	12	17	15	15	12	9	8

Objaśnienia – zob. tab. 2 – Explanations – see tab. 2

Czynnik badawczy nie różnicował istotnie zawartości potasu i wapnia w ziarnie pszenicy orkisz odmiany 'Wirtas' (tab. 5). Największą zawartością potasu charakteryzowały się ziarniaki pobrane z obiektu dwukrotnie opryskanego preparatem Bio-algeen S90 (F) – $4,30 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast zasobność w wapń kształtowała się od $0,19 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ na obiektach C, D, E, G do $0,2 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ na obiektach A, B, F, H.

Ziarniaki zebrane z obiektu kontrolnego odznaczały się istotnie najmniejszą zawartością magnezu ($1,17 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) w porównaniu z pozostałymi wariantami. Zastosowanie preparatu Herbagreen Basic (B) oraz dwukrotny oprysk dolistny Asahi SL (G) spowodowały kumulację tego pierwiastka w ziarniakach i jego zawartość była istotnie większa niż w obiektach A, C–E oraz H.

Aplikacja biopreparatów w różnych kombinacjach spowodowała istotny (ponad 6-krotny) wzrost zawartości sodu w ziarnie pszenicy orkisz w porównaniu z obiektami kontrolnym (A) oraz z chemiczną ochroną łąnu (H).

Tabela 5. Zawartość potasu, wapnia, magnezu i sodu w ziarnie pszenicy orkisz (średnio z lat 2016–2017)

Table 5. Content of potassium, calcium, magnesium and sodium of spelt wheat grains (mean for 2016–2017)

Obiekty doświadczalne Treatments	K ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Ca ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Mg ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Na ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
A	4,07	0,20	1,17	0,19
B	3,97	0,20	1,41	1,36
C	4,20	0,19	1,31	1,33
D	4,23	0,19	1,34	1,46
E	3,98	0,19	1,28	1,36
F	4,30	0,20	1,36	1,38
G	4,08	0,19	1,41	1,36
H	4,25	0,20	1,35	0,27
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	n.i.	n.i.	0,068	0,361

Objaśnienia – zob. tab. 2 – Explanations – see tab. 2

DYSKUSJA

Z przeprowadzonych badań wynika, że zastosowanie preparatów biologicznych w łąnie pszenicy orkisz nie różnicowało plonu oraz elementów jego struktury zarówno w porównaniu z obiektem kontrolnym, jak i z pełną chemiczną ochroną roślin. Nie stwierdzono również istotnego zróżnicowania badanych parametrów pomiędzy obiektami, na których

stosowano Herbageen Basic, Bio-algeen S90 i Asahi SL. Z doniesień innych autorów również wynika, że biopreparaty nie różnicowały plonowania i elementów struktury plonu roślin zbożowych [Piskier 2006, Michalski i Duhr 2009]. Jednakże mimo braku istotnego oddziaływania biopreparatów na plon i jego komponenty autorzy wykazali ich dodatni wpływ na wartości badanych parametrów, czego nie potwierdzono w prezentowanych badaniach.

Ważnym efektem działania biostymulatorów jest zwiększenie odporności roślin na czynniki stresowe wywołane m.in. warunkami pogodowymi, niedoborem składników pokarmowych, porażeniem przez agrofagi itp. W przeprowadzonym eksperymencie nie zaobserwowano występowania negatywnych czynników środowiskowych, które mogłyby wpłynąć na produktywność pszenicy orkisz, w związku z czym nie wykazano pozytywnego wpływu biopreparatów na roślinę. Badania innych autorów natomiast potwierdziły korzystne oddziaływanie preparatów biologicznych. Moraes i in. [2020] wykazali, iż biostymulatory miały istotny wpływ na produktywność trzciny cukrowej jedynie na poletkach zlokalizowanych na uboższych w składniki pokarmowe glebach. Woropaj-Janczak i in. [2011] stwierdzili dodatni wpływ biostymulatora Asahi SL na przyrost biomasy rumianku w warunkach niedoboru wilgotności i wysokiej temperatury.

Analiza zachwaszczenia ładu pszenicy orkisz wykazała korzystny wpływ biopreparatów, czyli zmniejszenie liczby i powietrznie suchej masy chwastów. Aplikacja biopreparatów przyczyniła się do ograniczenia zachwaszczenia ładu w porównaniu z obiektem kontrolnym. Natomiast w odniesieniu do poletek, na których stosowano herbicyd tylko w wariacie dwukrotnego oprysku preparatem Asahi SL, wykazano większą biomasę chwastów. Odmienne wyniki badań uzyskali Łozowicka i in. [2019]. Według tych autorów zastosowanie herbicydu w połączeniu z biostymulatorem Biofloro ograniczało skuteczność chwastobójczą herbicydu, czego dowodzi zwiększona liczba i powietrznie sucha masa chwastów w porównaniu z obiektem, na którym stosowano jedynie herbicyd. Wymienieni autorzy stwierdzili, że również samodzielna aplikacja biopreparatu przyczyniła się do wzrostu parametrów zachwaszczenia, co niekorzystnie wpłynęło na plon.

Wielu autorów wskazuje na pozytywny wpływ preparatów biologicznych, a zwłaszcza biostymulatora Asahi SL na cechy jakościowe surowca roślinnego [Maciejewski i in. 2007, Kwiatkowski i in. 2013, 2015], lub nie obserwuje oddziaływania tych preparatów na badane parametry [Łozowicka i in. 2019]. Niewiele badań dowodzi negatywnego wpływu biostymulatorów na zawartość składników jakościowych w uprawianych roślinach [Kwiatkowski i in. 2017]. W przeprowadzonych badaniach wykazano wzrost zawartości magnezu w ziarnie pszenicy orkisz po zastosowaniu biostymulatorów i nawozu dolistnego. Podobne zależności zaobserwowali Celiktopuz i in. [2020], badając zawartość makro- i mikroelementów w liściach i owocach truskawki. Pod wpływem biopreparatu wzrosła zasobność części nadziemnych w magnez oraz inne makroelementy. Z kolei Zarzecka i in. [2019] udowodnili istotnie większe stężenie wapnia i magnezu w bulwach ziemniaka po zastosowaniu herbicydu wraz z biostymulatorem Asahi SL w porównaniu z obiektem kontrolnym. W badaniach Szczepanek i in. [2017] aplikowany biostymulator spowodował wzrost akumulacji magnezu w rzepaku już w fazie kwitnienia. Ponadto autorzy zauważyli korzystny wpływ nawożenia siarką na działanie biostymulatora.

WNIOSKI

1. Aplikacja preparatów biologicznych oraz chemicznej ochrony roślin nie różnicowała istotnie wielkości plonu i elementów struktury plonu pszenicy orkisz oraz poziomu zachwaszczenia łąnu.
2. Stosowanie biopreparatów powodowało zwiększenie różnorodności gatunkowej chwastów w porównaniu z obiektem kontrolnym oraz z wariantem z pełną ochroną chemiczną.
3. Zawartość magnezu i sodu w ziarniakach pszenicy orkisz wzrosła pod wpływem zastosowanych preparatów.
4. W warunkach prowadzonych doświadczeń wykazano podobne działanie preparatów biologicznych Herbagreen Basic, Bio-algeen S90 i Asahi SL na poziom plonowania i jakość ziarna pszenicy orkisz.
5. Wartości wszystkich ocenianych parametrów w niewielkim stopniu różniły się pomiędzy obiektami, na których stosowano biopreparaty oraz pełną ochronę chemiczną. W związku z tym Herbagreen Basic, Bio-algeen S90 i Asahi SL mogą być rekomendowane do stosowania w uprawie pszenicy orkisz.

PIŚMIENNICTWO

- 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>
- Celiktopuz E., Kapur B., Sarıdas M.A., Kargı S.P., 2020. Response of strawberry fruit and leaf nutrient concentrations to the application of irrigation levels and a biostimulant. *J. Plant Nutr.* 1–13. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1806310>
- Chen Q., Li Z., Qu Z., Zhou H., Qi Y., Liu Z., Zhang M., 2020. Maize yield and root morphological characteristics affected by controlled-release diammonium phosphate and *Paecilomyces variotii* extracts. *Field Crops Res.* 255, 107862. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107862>
- Filipek-Mazur B., Pużyńska K., Tabak M., Pużyński S., 2020. Enzymatic activity of soil under spelt grown in an organic farming system in Poland's temperate climate. *Agronomy* 10(7), 930. <https://doi.org/10.3390/agronomy10070930>
- Haliniarz M., Gawęda D., Nowakowicz-Dębek B., Najda A., Chojnacka S., Łukasz J., Wlazło Ł., Różańska-Boczula M., 2020. Evaluation of the weed infestation, grain health, and productivity parameters of two spelt wheat cultivars depending on crop protection intensification and seeding densities. *Agriculture* 10, 229. <https://doi.org/10.3390/agriculture10060229>
- Janas R., 2009. Możliwości wykorzystania efektywnych mikroorganizmów w ekologicznych systemach produkcji roślin uprawnych. *Probl. Inż. Rol.* 3, 111–119.
- Jardin P. du, 2012. The science of plant biostimulants-a bibliographic analysis. Contract 30-CE0455515/00-96, ad hoc. Study on biostimulants products. <http://hdl.handle.net/2268/169257> [dostęp: 09.09.2020].
- Jia C.H., Yu X.J., Zhang M., Liu Z.G., Zou P., Ma J., Xu Y.C., 2019. Application of melatonin-enhanced tolerance to high-temperature stress in cherry radish (*Raphanus sativus* L. var. *radculus pers*). *J. Plant Growth Regul.* 39, 631–640. <https://doi.org/10.1007/s00344-019-10006-1>
- Kwiatkowski C.A., Haliniarz M., Kołodziej B., Harasim E., Tomczyńska-Mleko M., 2015. Content of some chemical components in carrot (*Daucus carota* L.) roots depending on growth stimulators and stubble crops. *J. Elementol.* 20(4), 933–943. <https://doi.org/10.5601/jelem.2014.19.4.812>

- 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., Yakimovich A., Kołodziej B., Harasim E., 2017. Efektywność biopreparatów w konwencjonalnym i ekologicznym systemie uprawy rumianku pospolitego (*Chamomilla recutita* L. Rausch). *Ann. UMCS, sec. E., Agricultura* 72(1), 89–102. <https://doi.org/10.24326/as.2017.1.7>
- Lamparski R., Kotwica K., Jaskulski D., Piekarczyk M., Wawrzyniak M., 2013. Wpływ stosowania biopreparatów w uprawie pszenicy ozimej na liczebność fitofagicznej entomofauny. *Fragm. Agron.* 30(3), 108–114.
- Łozowicka B., Konecki R., Iwaniuk P., Dągowski W., Rusiłowska J., Pietraszko A., Snarska K., 2019. Wpływ biostymulatora i ochrony herbicydowej na zachwaszczenie oraz parametry ilościowe i jakościowe plonu pszenicy jarej. *Prog. Plant Prot.* 59(4), 258–264. <https://doi.org/10.14199/ppp-2019-034>
- Maciejewski T., Szukała J., Jarosz A., 2007. Wpływ biostymulatora Asahi SL i Atonik SL na cechy jakościowe bulw ziemniaków. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 52(3), 109–112.
- Magistrali A., Vavera R., Janovska D., Rempelos L., Cakmak I., Leifert C., Grausgrubere H., Butlera G., Wilkinson A., Bilsborrow P., 2020. Evaluating the effect of agronomic management practices on the performance of differing spelt (*Triticum spelta*) cultivars in contrasting environments. *Field Crops Res.* 255, 107869. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107869>
- Michalski T., Duhr E., 2009. Wpływ zaprawiania biostymulatorem Biochikol 020 PC na rozwój i plonowanie dwóch odmian pszenicy jarej. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 54(4), 20–25.
- Michalski T., Horoszkiewicz-Janka J., 2005. Wpływ bioregulatora Asahi SL na zdrowotność i plonowanie jęczmienia jarego i pszenicy jarej. *Prog. Plant Prot.* 45(2), 910–913.
- Moraes E.R. de, Camargo R. de, Lana R.M.Q., Madeiros M.H., Menezes F.G., Giorgenon E.P., 2020. Yield and biometry of fertilized sugar cane with organomineral fertilizer of sewage sludge and biostimulant. *Biosci. J.* 36(5), 1564–1576. <https://doi.org/10.14393/BJ-v36n5a2020-42189>
- Navarro-León E., López-Moreno F.J., Rios J.J., Blasco B., Ruiz J.M., 2020. Assaying the use of sodium thiosulphate as a biostimulant and its effect on cadmium accumulation and tolerance in *Brassica oleracea* plants. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 200, 110760. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110760>
- Piskier T., 2006. Reakcja pszenicy jarej na stosowanie biostymulatorów i adsorbentów glebowych. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 51(2), 136–138.
- Ricci M., Tilbury L., Daridon B., Sukalac K., 2019. General principles to justify plant biostimulant claims. *Front. Plant Sci.* 10, 494. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00494>
- Stępień A., Wojtkowiak K., Skłodowski M., Pietrusewicz M., 2017. Wpływ dolistnego nawożenia Cu, Zn i Mn na wskaźniki jakościowe ziarna i elementy plonowania pszenicy ozimej orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.). *Fragm. Agron.* 34(3), 97–108.
- Szczepanek M., Wilczewski E., Siwik-Ziomek A., 2017. Effect of a biostimulant on the accumulation of Mg in winter oilseed rape under different mineral fertilization doses. *J. Elementol.* 22(4), 1375–1385. <https://doi.org/10.5601/jelem.2017.22.1.1317>
- Woropaj-Janczak M., Andrzejewska J., Skinder Z., 2011. Reaction of German chamomile (*Chamomilla recutita* L. Rauschert) cultivars to biostimulants and foliar fertilisation. *Herba Pol.* 57(1), 16–26.
- Zarzecka K., Mystkowska I., Gugala M., Dołęga H., 2019. Content and uptake of selected macroelements with the yield of potato tubers depending on herbicides and biostimulants. *J. Elementol.* 24(1), 165–179. <https://doi.org/10.5601/jelem.2017.22.3.1519>

Źródło finansowania badań: Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, badania statutowe RKU/DS/18

Summary. A field experiment conducted at the Experimental Station in Czesławice was aimed at assessing the effect of biological preparations in various combinations on the yield, weed infestation, and grain quality of spring spelt wheat cv. 'Wirtas'. Single and double spraying treatments with Herbagreen Basic, Bio-algeen S90, and Asahi SL were included, and a control object and an object with full chemical protection. The experiment showed no significant effect of biostimulants on yielding, weed infestation parameters, and potassium and calcium content in spelt wheat grain. In contrast, magnesium and sodium content was significantly higher compared to the objects without the use of biological preparations. The use of chemical field protection resulted in a significant reduction in the number and dry weight of weeds relating to the control object but did not affect the grain yield. Herbagreen Basic, Bio-algeen S90, and Asahi SL can be recommended for spelt wheat cultivation and spelt wheat plants' productivity on objects where biopreparations were used, and full-field protection was similar.

Keywords: spelt wheat, biological preparation, weed infestation, grain quality, biostimulant

Otrzymano – Received: 17.09.2020
Zaakceptowano – Accepted: 9.11.2020