

Wpłynęło 30.09.2014 r.
Zrecenzowano 25.11.2014 r.
Zaakceptowano 18.12.2014 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

ODPORNOŚĆ PSZENICY JAREJ NA FUZARIOZĘ KŁOSÓW PO ZASTOSOWANIU EFEKTYWNYCH MIKROORGANIZMÓW

Justyna STARZYK¹⁾ ABCDEF, Halina WIŚNIEWSKA²⁾ ABD

¹⁾ Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej

²⁾ Polska Akademia Nauk w Poznaniu, Instytut Genetyki Roślin, Zakład Genomiki

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań było zbadanie wpływu preparatu Efektywne Mikroorganizmy (EM) na występowanie fuzariozy kłosów pszenicy jarej w uprawie polowej oraz ocena wzrostu i rozwoju roślin, a także zawartości chlorofilu w liściach pod wpływem biopreparatu Efektywne Mikroorganizmy stosowanego doglebowo oraz w formie oprysków na rośliny. Ponadto pszenicę infekowano zarodnikami *Fusarium* spp. w celu wywołania fuzariozy. Oznaczano wystąpienie fuzariozy oraz indeks fuzariozy kłosa. Ponadto poddano analizie parametry biometryczne: masę, długość elementów części nadziemnej i podziemnej roślin oraz oznaczano frakcję chlorofilu *a* i *b* w liściach. Wykazano znaczącą skuteczność testowanego biopreparatu w zwalczaniu fuzariozy kłosów pszenicy jarej. Największą skuteczność w zwalczaniu patogena grzybowego uzyskano pod wpływem wprowadzenia biopreparatu doglebowo z zastosowaniem oprysku roślin w fazie krzewienia, dzięki czemu zmniejszyło się w 80% występowanie indukowanej fuzariozy. Preparat EM korzystnie wpływał również na rozwój roślin, szczególnie w początkowych fazach rozwoju, natomiast nie zanotowano istotnego wpływu EM na zwiększenie zawartości chlorofilu w liściach.

Słowa kluczowe: chlorofil, Efektywne Mikroorganizmy, fuzarioza kłosów, pomiary biometryczne, pszenica jara

WSTĘP

Konwencjonalna produkcja rolnicza oraz intensyfikacja upraw jest powodem postępującej degradacji, wyjałowienia i zakwaszenia gleb [JANAS 2009]. Ponadto

Do cytowania For citation: Starzyk J., Wiśniewska H. 2015. Odporność pszenicy jarej na fuzariozę kłosów po zastosowaniu Efektywnych Mikroorganizmów. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 15. Z. 1 (49) s. 101–111.

niekorzystnym zjawiskiem jest dominująca w ostatnich latach w rolnictwie tendencja do upraszczania struktury zasiewów z ukierunkowaniem na uprawy zbożowe, co prowadzi do zmęczenia gleby [KORBAS i in. 2001]. Efektem tego zjawiska jest nie tylko zmniejszenie plonów i pogorszenie ich jakości, ale także zwiększenie stopnia porażenia roślin przez patogeny. Do najgroźniejszych patogenów zbóż zalicza się grzyby, które są bezpośrednio związane ze środowiskiem glebowym. Wywołują one różne niekorzystne skutki dla roślin, tj. przedwczesne zamieranie roślin, wyleganie, gorsze wypełnienie ziarna, zmniejszenie udziału ziarniaków w kłosie czy porażenie kłosów [MAJCHRZAK 2005]. Powszechnie występujące w glebie grzyby z rodzaju *Fusarium*, które są obecne w uprawie zbóż przez cały okres wegetacji, są powodem pojawiania się wielu chorób przed- i powstodowych, m.in. zgorzeli siewek, fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni czy fuzariozy kłosów pszenicy. Wpływ na zmiany mikroflory glebowej przez stosowanie odpowiednich systemów uprawy roli może częściowo ograniczać namnażanie się patogenów grzybowych [BLECHARCZYK i in. 2006; MAŁECKA i in. 2007]. W ciągu ostatnich kilkunastu lat obserwuje się jednak coraz powszechniejsze stosowanie biopreparatów, szczególnie w rolnictwie ekologicznym i zintegrowanym, co poprawia zdrowotność roślin przez zwalczanie patogenów czy ułatwia pobieranie składników pokarmowych. Jednym z biopreparatów o szerokim zastosowaniu jest preparat Efektywne Mikroorganizmy (EM), będący kombinacją wielu rodzajów bakterii i grzybów. Z uwagi na ograniczenia w stosowaniu nawozów i środków ochrony roślin metody biologiczne, poprawiające jakość upraw, mają istotne znaczenie zarówno w aspekcie ekologicznym, jak i ekonomicznym.

Celem badań prezentowanych w niniejszej pracy było określenie skuteczności preparatu Efektywne Mikroorganizmy w zwalczaniu objawów indukowanej fuzariozy kłosów. Ponadto określano wpływ biopreparatu na stopień rozwoju roślin i zawartość chlorofilu w liściach pszenicy jarej.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

CHARAKTERYSTYKA UKŁADU DOŚWIADCZENIA

Doświadczenie założono na polu Instytutu Genetyki Roślin PAN w Cerekwicy koło Szamotuł. Na podstawie analizy składu granulometrycznego gleby stwierdzono, że był to piasek gliniasty zawierający 84% piasku, 15% pyłu oraz 1% ilu [PTG 2009]. Analiza chemiczna gleby wykazała zawartość 0,75% próchnicy.

Zastosowano ziarno pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) odmiany jarej Zebra, która należy do odmian podatnych na infekcję gatunkami *Fusarium*. Doglebowo oraz w formie oprysku na rośliny użyto preparatu Efektywne Mikroorganizmy Naturalnie Aktywny (EM) firmy Greenland Technologia EM[®] rozcieńczony w stosunku 1:9 z wodą, zgodnie z zaleceniem producenta. Analiza mikrobiologicz-

na przygotowanego roztworu preparatu EM wykazała zawartość ogólnej liczby bakterii na poziomie $10 \text{ jtk} \cdot 10^5 \text{ ml}^{-1}$ roztworu EM-A, promieniowców $14 \text{ jtk} \cdot 10^5 \text{ ml}^{-1}$ oraz grzybów $7 \text{ jtk} \cdot 10^5 \text{ ml}^{-1}$. Ziarno pszenicy zaprawione preparatem Funaben, stosowanym przeciw rozwojowi śnieci cuchnącej i gładkiej, zgorzeli siewek i główki pyłacej, wysiano w rzędach długości 2 m (50 ziarniaków w rzędzie), na poletkach o powierzchni 2 m^2 , w czterech powtórzeniach w każdym z następujących wariantów:

Rośliny nieinfekowane *Fusarium* spp.:

1. kontrola (bez EM – uzupełniane wodą),
2. EM $40 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ (zgodnie z zaleceniem producenta) doglebowo podczas siewu,
3. EM $40 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ nalistnie w fazie krzewienia pszenicy,
4. EM $40 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ doglebowo podczas siewu + EM $40 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ nalistnie w fazie krzewienia pszenicy,
5. EM $40 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ nalistnie w fazie kwitnienia pszenicy,
6. EM $40 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ doglebowo podczas siewu + EM $40 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ nalistnie w fazie kwitnienia pszenicy.

Rośliny infekowane *Fusarium culmorum* + *Fusarium graminearum*:

7. kontrola (bez EM – uzupełniane wodą),
8. EM $40 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ doglebowo podczas siewu,
9. EM $40 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ nalistnie w fazie krzewienia pszenicy,
10. EM $40 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ doglebowo podczas siewu + EM $40 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ nalistnie w fazie krzewienia pszenicy,
11. EM $40 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ nalistnie w fazie kwitnienia pszenicy,
12. EM $40 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ doglebowo podczas siewu + EM $40 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ nalistnie w fazie kwitnienia pszenicy.

INFEKCJA FUSARIUM

Rośliny infekowano patogenami grzybowymi dwukrotnie w 4-dniowych odstępach, na 7 i 4 dni przed drugim opryskiem EM, w fazie pełni kwitnienia pszenicy (BBCH 63). Do infekcji zastosowano mieszaninę zarodników *Fusarium culmorum* KF 846 + *Fusarium graminearum* KF 2870 pochodzącymi z kolekcji własnej IGR PAN w Poznaniu. Jako środek przyczepiający zarodniki dodano TWEEN w ilości 5 kropeł na litr.

Przygotowanie inokulum *Fusarium* spp. i inokulacja pszenicy – szczepy *F. culmorum* i *F. graminearum* inkubowano oddzielnie przez 5 tygodni w kolbach na sterylnych ziarniakach pszenicy, w warunkach odpowiedniej wilgotności ziarna, codziennie wstrząsając, aby nie dopuścić do zbrzylenia. Po 5–6 tygodniach na inokulowanych ziarniakach tworzyły się liczne sporodochia wypełnione zarodnikami. Tak wytworzone zarodniki użyto do inokulacji, wypłukując je sterylną wodą. Przygotowano stężenie 100 000 zarodników na 1 ml. Stężenie ustalono za pomocą

hematokrytu. Inokulację roślin prowadzono metodą oprysku. Po inokulacji przez 3 dni stosowano na polu mikrozaszanie, utrzymujące dużą wilgotność powietrza, konieczną do skielkowania zarodników, a tym samym do zainfekowania pszenicy.

Obserwacje porażenia kłosa przeprowadzono na roślinach nieinfekowanych oraz infekowanych po 19 i 25 dniach od inokulacji *Fusarium* spp. i na podstawie wyników uzyskanych z obserwacji w każdym z terminów obliczono indeks fuza-riozy kłosów IFK (w %) według wzoru:

$$IFK = (\% \text{ porażenia kłosa} \cdot \% \text{ porażonych kłosów na poletku})/100\%$$

POMIARY BIOMETRYCZNE ORAZ ZAWARTOŚĆ CHLOROFILU

Wykonano także pomiary biometryczne roślin pszenicy w fazie wschodów BBCH 13 i krzewienia BBCH 24 (długość korzenia, masa korzenia, długość liści, masa części nadziemnej) oraz w fazie kwitnienia BBCH 63 (długość kłosa, liści i łodygi oraz szerokość liści). Dodatkowo określono zawartość chlorofilu w liściach metodą ekstrakcji sulfotlenkiem dimetylu, obliczając zawartość chlorofilu *a*, *b* oraz *a + b* na podstawie wzoru Arnona [STARCK 1992]. Doświadczenie prowadzono w układzie dwuczynnikowym: czynnikiem pierwszego rzędu był sposób aplikacji biopreparatu EM, a czynnikiem drugiego rzędu – czas (fazy rozwojowe roślin). Wyniki analiz stanowiące średnią z 30 roślin w obrębie tego samego wariantu doświadczalnego opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a istotność różnic średnich oceniono testem Tukeya z zastosowaniem programu Statistica ver. 10.0.

WYNIKI I Dyskusja

Analiza stopnia porażenia roślin pszenicy jarej wykazała istotne różnice między roślinami kontrolnymi i traktowanymi preparatem Efektywne Mikroorganizmy. Rośliny, w uprawie których stosowano preparat EM, charakteryzowały się znacznie mniejszym występowaniem objawów chorobowych wywoływanych przez *Fusarium* spp. (tab. 1). Taki stan obserwowano zarówno w przypadku roślin infekowanych mieszaniną zarodników *F. culmorum* i *F. graminearum*, jak i w przypadku roślin nieinfekowanych, na których objawy fuzariozy występowały samorzutnie. Wyniki obserwacji pszenicy nieinfekowanej wskazują, że objawy chorobowe w pierwszym terminie analiz występowały jedynie w wariantcie kontrolnym, w którym nie stosowano biopreparatu. We wszystkich pozostałych wariantach, w których aplikowano preparat EM doglebowo lub w formie oprysku na rośliny, objawy porażenia kłosa występowały tylko na pojedynczych roślinach – 1–4 kłosa na poletko. Dlatego też nie obliczano indeksu IFK dla tych przypadków. W drugim

Tabela 1. Wystąpienie fuzariozy oraz indeks fuzariozy kłosa pszenicy jarej w fazie kwitnienia, traktowanej preparatem Efektywne Mikroorganizmy infekowanej i nieinfekowanej *Fusarium* spp.

Table 1. Disease incidence and FHB index of spring wheat during the flowering treated with Effective Microorganisms preparation infected and not infected with *Fusarium* spp.

Rośliny nieinfekowane <i>Fusarium</i> spp. Plants not infected with <i>Fusarium</i> spp.			Rośliny infekowane <i>Fusarium</i> spp. Plants infected with <i>Fusarium</i> spp.		
wariant variant	wystąpienie fuzariozy disease incidence	indeks fuzariozy kłosa IFK FHB index	wariant variant	wystąpienie fuzariozy disease incidence	indeks fuzariozy kłosa IFK FHB index
	%			%	
Obserwacje po 19 dniach od infekcji			Observations after 19 days of infection		
1	5a	0,5a	7	50e	35c
2	1–4 porażone	–	8	40d	20bc
3	kłosa na poletko	–	9	20b	8a
4	1–4 infected	–	10	10a	3a
5	ears per plot	–	11	30c	15b
6		–	12	20b	10ab
Obserwacje po 25 dniach od infekcji			Observations after 25 days of infection		
1	25d	17,5d	7	80h	72f
2	20c	12c	8	70g	56e
3	20c	10c	9	60f	48d
4	15b	7,5b	10	50e	31,5c
5	15b	7,5b	11	60f	48d
6	7a	2,8a	12	50e	40c

Objaśnienia: wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie na poziomie prawdopodobieństwa $\alpha = 0,05$; 1, 7 – kontrola (bez EM), 2, 8 – EM 40 l·ha⁻¹ doglebowo, 3, 9 – EM 40 l·ha⁻¹ nalistnie w fazie krzewienia, 4, 10 – EM 40 l·ha⁻¹ doglebowo + EM 40 l·ha⁻¹ nalistnie w fazie krzewienia, 5, 11 – EM 40 l·ha⁻¹ nalistnie w fazie kwitnienia, 6, 12 – EM 40 l·ha⁻¹ doglebowo + EM 40 l·ha⁻¹ nalistnie w fazie kwitnienia.

Explanations: values in the same column followed by different letters are significantly different at the probability level $\alpha = 0.05$; 1, 7 – control (without EM), 2, 8 – EM 40 l·ha⁻¹ into the soil, 3, 9 – EM 40 l·ha⁻¹ foliar spray in the spread stage, 4, 10 – EM 40 l·ha⁻¹ into the soil + EM 40 l·ha⁻¹ foliar spray in the spread stage, 5, 11 – EM 40 l·ha⁻¹ foliar spray in the flowering, 6, 12 – EM 40 l·ha⁻¹ into the soil + EM 40 l·ha⁻¹ foliar spray in the flowering.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

terminie obserwacji objawy chorobowe na nieinfekowanych sztucznie roślinach uległy nasileniu. Jednak również w tym czasie wystąpiła istotna różnica w stopniu porażenia między roślinami kontrolnymi a traktowanymi Efektywnymi Mikroorganizmami. Zastosowanie na rośliny nieinfekowane zaprawy Funaben, mającej na celu ochronę przed chorobami grzybowymi, nie zapewniło skutecznej ochrony przed rozwojem fuzariozy kłosa.

W wariantach, w których stosowano EM doglebowo + nalistnie w fazie krzewienia oraz nalistnie w fazie kwitnienia, fuzarioza występowała o 40% rzadziej, a wskaźnik IFK był o 57% mniejszy w porównaniu z kontrolą. Największą różnicę zanotowano pomiędzy kontrolą a wariantem z aplikacją doglebową preparatu połą-

czoną z opryskiem kwitnącej pszenicy – aż 72% rzadsze występowanie fuzariozy i 84% mniejsze IFK po zastosowaniu EM.

Na pszenicy sztucznie infekowanej *Fusarium* spp. w pierwszym terminie obserwacji zanotowano istotnie mniejsze objawy fuzariozy we wszystkich przypadkach stosowania EM w porównaniu z kontrolą. Największą skuteczność w zwalczaniu patogena grzybowego miało jednak wprowadzenie biopreparatu doglebowo z zastosowaniem oprysku roślin w fazie krzewienia, powodując 80% rzadsze występowanie fuzariozy, a tym samym 91% mniejsze IFK. Korzystnymi rozwiązaniami okazały się również sam oprysk pszenicy w fazie krzewienia (wariant 9) oraz drugi oprysk w połączeniu z aplikacją doglebową (wariant 12). Oba rozwiązania spowodowały mniejsze nasilenie fuzariozy o 60% oraz IFK średnio o 74%. Podobne efekty odnotowano po 25 dniach od infekcji, co wskazuje, że stosowanie EM do gleby w połączeniu z późniejszym opryskiem roślin stanowi najskuteczniejszą formę zwalczania *Fusarium* spp. u pszenicy jarej, prowadzące do występowania fuzarioz 37,5% rzadziej i 50% mniejszego wskaźnika IFK. SADOWSKI i in. [2009] podkreślają, że najgroźniejsze dla kłosów pszenicy gatunki *Fusarium* infekują je w fazie kwitnienia, dlatego wskazane jest stosowanie zabiegów ochrony tuż przed tą fazą rozwojową. Obiecujące efekty zwalczania fuzariozy u pszenicy jarej są cenną wskazówką do kontynuacji badań na innych odmianach nie tylko pszenicy, ale różnych gatunków roślin. Powszechnie bowiem wiadomo, że zboża charakteryzują się istotnie zróżnicowaną odpornością na fuzariozę [GÓRAL 2006; GÓRAL i in. 2012]. Natomiast BOLIGŁOWA i GLEŃ [2008] donoszą o skutecznej ochronie pszenicy ozimej przed septoriozą po zastosowaniu biostymulatora. OKORSKI i MAJCHRZAK [2008] zanotowali jedynie nieznacznie korzystny wpływ preparatu EM na populację grzybów zasiedlających nasiona grochu. ZBROSZCZYK i KORDAS [2012] wskazują na brak jednoznacznie pozytywnego wpływu EM na rozwój zgorzeli podstawy źdźbła pszenicy jarej. Powodem tak znaczącego wpływu drobnoustrojów zawartych w preparacie EM może być silna konkurencja o substraty, miejsca kolonizacji, indukowanie odporności roślin oraz wpływ metabolitów bakterii na ograniczenie rozwoju patogenicznych grzybów [GWIAZDOWSKA i in. 2006; HLAYÁČKOVÁ i in. 2012; MILLE-LINDBLOM i in. 2006; WIŚNIEWSKA, CHEŁKOWSKI 1999].

Pomiary biometryczne pszenicy w kolejnych fazach rozwojowych wskazują jednoznacznie na stymulację rozwoju roślin pod wpływem zastosowania Efektywnych Mikroorganizmów (tab. 2). Taki efekt zaobserwowano już w pierwszych fazach rozwojowych – podczas wschodów i krzewienia pszenicy. Wszystkie analizowane parametry wzrostu roślin były istotnie większe po wprowadzeniu testowanego preparatu do gleby w porównaniu z kontrolą – średnio 47,5% w fazie wschodów oraz 41% w fazie krzewienia. Spośród badanych wskaźników największą różnicę notowano w przypadku świeżej masy części nadziemnej i korzeni. Mniejsza różnica, wynosząca średnio 24,5%, została odnotowana w fazie krzewienia i odnosiła się do długości liści i korzeni. W fazie kwitnienia pszenicy różnice w badanych parametrach pomiędzy kontrolą a wariantami, na których stosowano EM, zaczęły

Tabela 2. Parametry biometryczne (uśrednione) pszenicy jarej traktowanej preparatem Efektywne Mikroorganizmy**Table 2.** Biometrical parameters (mean) of spring wheat treated with Effective Microorganisms preparation

Faza rozwoju roślin Plant development stage	Wariant Variant	Świeża masa części nadziemnej, g Fresh mass of aboveground parts, g	Świeża masa korzeni, g Fresh mass of roots, g	Długość korzeni, cm Root length, cm	Długość liści, cm Length of leaves, cm	Długość łodyg, cm Length of stems, cm	Długość kłosów, cm Length of ears, cm	Szerokość liści, cm Width of leaves, cm
Wschody Germination	7 – kontrola (bez EM) control (without EM)	0,4a	0,3a	5,9a	4,3a	–	–	–
	8 – EM 40 l·ha ⁻¹ doglebowo EM 40 l·ha ⁻¹ into the soil	0,8b	0,7b	9,8b	7,5b	–	–	–
Krzewienie Spread	7 – kontrola (bez EM) control (without EM)	1,2c	1,0c	10,5bc	9,5c	–	–	–
	8 – EM 40 l·ha ⁻¹ doglebowo EM 40 l·ha ⁻¹ into the soil	3,8d	1,9d	13,3d	13,2d	–	–	–
Kwitnienie Flowering	7 – kontrola (bez EM) control (without EM)	–	–	–	14,9e	67,5a	5,5a	0,8a
	8 – EM 40 l·ha ⁻¹ doglebowo EM 40 l·ha ⁻¹ into the soil	–	–	–	20,1g	77,1b	7,1c	1,2b
	9 – EM 40 l·ha ⁻¹ nalistnie w fazie krzewienia EM 40 l·ha ⁻¹ foliar spray in spread stage	–	–	–	17,2f	71,4b	6,5b	1,2b
	10 – EM 40 l·ha ⁻¹ doglebowo + nalistnie EM 40 l·ha ⁻¹ into the soil + foliar spray	–	–	–	22,8h	84,9c	8,2d	1,3bc

Objaśnienia: wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie na poziomie prawdopodobieństwa $\alpha = 0,05$.

Explanations: values in the same column followed by different letters are significantly different at the probability level $\alpha = 0.05$.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

się zmniejszać. Najlepsze parametry wzrostu odnotowano podczas łącznego stosowania biopreparatu doglebowo i nalistnie, które średnio były większe o 32% od uśrednionych wskaźników wzrostu w kontroli. Najmniejszą różnicę w stosunku do

kontroli, wynoszącą 17%, stwierdzono w wariancie z opryskiem roślin. Korzystny wpływ Efektywnych Mikroorganizmów na analizowane parametry biometryczne ozimych odmian pszenicy i rzepaku zanotowali KLAMA i in. [2010a] oraz KLEIBER i in. [2013] w hydroponicznej uprawie sałaty. Również PISKIER [2006] donosi o korzystnym wpływie biostymulatora EM na zwiększenie obsady kłosów i źdźbeł oraz plonu ziarna i słomy pszenicy jarej.

Zawartość chlorofilu w liściach w fazie krzewienia zwiększyła się średnio o 7% po wprowadzeniu preparatu EM do gleby (tab. 3). Natomiast w fazie kwitnienia różnica między kontrolą a wariantem z aplikacją szczepionki nie była istotna, stosowanie doglebowe spowodowało wręcz mniejszą zawartość poszczególnych frakcji chlorofilu w roślinach – średnio o 11%. Podobnie ograniczony, w niektórych przypadkach niekorzystny efekt stosowania preparatu EM odnotowali w badaniach nad bazylią FRĄSZCZAK i in. [2012]. W wielu przypadkach szczepienia roślin preparatami mikrobiologicznymi obserwuje się jednak większą zawar-

Tabela 3. Średnia zawartość chlorofilu w liściach pszenicy jarej traktowanej preparatem Efektywne Mikroorganizmy

Table 3. Mean chlorophyll content in spring wheat leaves treated with Effective Microorganisms preparation

Faza rozwoju roślin Plant development stage	Wariant Variant	Zawartość chlorofilu, mg·(g św.m.) ⁻¹ Chlorophyll content, mg·(g f.m.) ⁻¹		
		chlorofil a chlorophyll a	chlorofil b chlorophyll b	chlorofil a + b chlorophyll a + b
Krzewienie Spread	7 – kontrola (bez EM) control (without EM)	0,792c	0,711d	1,856d
	8 – EM 40 l·ha ⁻¹ doglebowo EM 40 l·ha ⁻¹ into the soil	0,814c	0,806e	1,997e
Kwitnienie Flowering	7 – kontrola (bez EM) control (without EM)	0,755ab	0,554b	1,590b
	8 – EM 40 l·ha ⁻¹ doglebowo EM 40 l·ha ⁻¹ into the soil	0,760b	0,446a	1,405a
	9 – EM 40 l·ha ⁻¹ nalistnie w fazie krzewienia EM 40 l·ha ⁻¹ foliar spray in spread stage	0,748a	0,680c	1,718c
	10 – EM 40 l·ha ⁻¹ doglebowo + nalistnie EM 40 l·ha ⁻¹ into the soil + foliar spray	0,754a	0,605b	1,647b

Objaśnienia: wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie na poziomie prawdopodobieństwa $\alpha = 0,05$.

Explanations: values in the same column followed by different letters are significantly different at the probability level $\alpha = 0.05$.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

tość chlorofilu w roślinach, np. w siewkach pszenicy oraz kukurydzy szczepionej bakteriami diazotroficznymi oraz traktowanej EM, o czym donoszą KLAMA i in. [2010b, c]. Również korzystne efekty stosowania EM w aspekcie zawartości chlorofilu uzyskali SWĘDRZYŃSKA i in. [2008] w doświadczeniu z kukurydzą oraz WALKOWIAK i in. [2005] w doświadczeniu na trawach.

WNIOSKI

1. Zastosowanie preparatu Efektywne Mikroorganizmy (EM) w doświadczeniu polowym na pszenicę jarą okazało się istotnie skuteczne w zwalczaniu fuzariozy kłosa, co wskazuje na konieczność kontynuacji badań w celu weryfikacji efektów zwalczania innych patogenów na różnych gatunkach roślin.

2. Preparat EM mógłby być wykorzystywany jako biostymulator rozwoju roślin, co miało odzwierciedlenie w uzyskanych wynikach parametrów biometrycznych pszenicy, szczególnie w początkowych fazach rozwoju.

3. Zastosowanie biopreparatu EM nie powoduje jednoznacznie polepszenia kondycji fizjologicznej roślin, wyrażonej koncentracją chlorofilu w liściach pszenicy.

LITERATURA

- BLECHARCZYK A., SIERPOWSKI J., SAWIŃSKA Z. 2006. Wpływ systemów uprawy roli na występowanie chorób w monokulturze pszenicy ozimej. *Progress Plant Protection*. Vol. 46(2) s. 677–680.
- BOLIGŁOWA E., GLEŃ K. 2008. Assessment of effective microorganism activity (EM) in winter wheat protection against fungal diseases. *Ecological Chemistry and Engineering A*. Vol. 15. No. (1–2) s. 23–27.
- FRAŚCZAK B., KLEIBER T., KLAMA J. 2012. Impact of effective microorganisms on yields and nutrition of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) and microbiological properties of the substrate. *African Journal of Agricultural Research*. Vol. 7(43) s. 575–5765.
- GÓRAL T. 2006. Odporność odmian pszenicy ozimej na fuzariozę kłosów powodowaną przez *Fusarium culmorum* (W.G. Smith) Sacc. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*. Nr 242 s. 63–78.
- GÓRAL T., OCHODZKI P., BULIŃSKA-RADOMSKA Z. 2012. Odporność na fuzariozę kłosów powodowaną przez *Fusarium culmorum* i zawartość mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie gatunków zbóż jarych przeznaczonych do upraw ekologicznych. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*. Nr 263 s. 43–54.
- GWIAZDOWSKA D., GWIAZDOWSKI R., CZACZYK K. 2006. Wpływ metabolitów *Propionibacterium* na wzrost wybranych grzybów chorobotwórczych i wytwarzanie mikotoksyn. *Progress Plant Protection*. Vol. 46(2) s. 543–547.
- HLAYÁČKOVÁ L., VYTRÁSOVÁ J., NOVOTNÁ Š., MOŤKOVÁ-ŠNĚVAJSOVÁ P., BROŽKOVÁ I., HONZLOVÁ A. 2012. Effect of selected microorganisms on *Fusarium* toxins production. *Analytical Letters*. Vol. 45 s. 702–713.
- JANAS R. 2009. Możliwości wykorzystania Efektywnych Mikroorganizmów w ekologicznych systemach produkcji roślin uprawnych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 3 s. 111–119.

- KLAMA J., JĘDRYCZKA M., WIŚNIEWSKA H., GAJEWSKI P. 2010a. Ocena stopnia rozwoju oraz kondycji fizjologicznej ozimych roślin pszenicy i rzepaku w uprawie z zastosowaniem Efektywnych Mikroorganizmów. *Nauka Przyroda Technologie*. ISSN 1897-7820. T. 4. Z. 6 ss. 81.
- KLAMA J., NIEWIADOMSKA A., WOLNA-MARUWKA A. 2010b. Koinokulacja *in vitro* siewek kukurydzy bakteriami diazotroficznymi. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 10. Z. 2(30) s. 103–110.
- KLAMA J., WOLNA-MARUWKA A., NIEWIADOMSKA A. 2010c. Wpływ koinokulacji bakteriami diazotroficznymi na rozwój siewek pszenicy zwyczajnej. *Nauka Przyroda Technologie*. ISSN 1897-7820. T. 4. Z. 6 ss. 83.
- KLEIBER T., STARZYK J., BOSIACKI M. 2013. Effect of nutrient solution, Effective Microorganisms (EM-A) and assimilation illumination of plants on the induction of the growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in hydroponic cultivation. *Acta Agrobotanica*. Vol. 66(1) s. 27–38.
- KORBAS M., MARTYNIUK S., ROZBICKI J., BEALE R. 2001. Pszenica po pszenicy. Zgorzel podstawy źdźbła oraz inne choroby podsuszkowe zbóż. Poradnik rozpoznawania i zapobiegania. Warszawa. Wydaw. Fundacja Rozwój SGGW. ISBN 8372740224 ss. 59.
- MAJCHRZAK B. 2005. Wykorzystanie Efektywnych Mikroorganizmów w biologicznej ochronie pszenicy przed chorobami podsuszkowymi. *Wiś Jutra*. Nr 4(8) s. 25–26.
- MAŁECKA I., SAWIŃSKA Z., BLECHARCZYK A. 2007. Wpływ uprawy roli na występowanie chorób pszenicy ozimej i w jęczmieniu jarym. *Progress Plant Protection*. Vol. 47(2) s. 189–192.
- MILLE-LINDBLOM C., FISCHER H., TRANVIK L.J. 2006. Antagonism between bacteria and fungi: substrate competition and a possible tradeoff between fungal growth and tolerance towards bacteria. *OIKOS*. Nr 113 s. 233–242.
- OKORSKI A., MAJCHRZAK B. 2008. Grzyby zasiedlające nasiona grochu siewnego po zastosowaniu preparatu mikrobiologicznego EM1. *Progress Plant Protection*. Vol. 48(4) s. 1314–1318.
- PISKIER T. 2006. Reakcja pszenicy jarej na stosowanie biostymulatorów i absorbentów glebowych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. Vol. 51(2) s. 136–138.
- PTG 2009. Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych PTG 2008. *Roczniki Gleboznawcze*. Vol. 60(2) s. 5–16.
- SADOWSKI C., LENC L., LEMAŃCZYK G., PAŃKA D. 2009. Występowanie fuzariozy kłosów pszenicy ozimej (*Fusarium culmorum* – chemotyp DON) w zależności od programu ochrony. *Progress Plant Protection*. Vol. 49(3) s. 1344–1348.
- STARCK Z. 1992. Przewodnik do ćwiczeń z fizjologii roślin. Warszawa. Wydaw. SGGW. ISBN 8300027653 ss. 94.
- SWĘDRZYŃSKA D., NIEWIADOMSKA A., KLAMA J. 2008. Koncentracja chlorofilu w blaszkach liściowych kukurydzy i owsa jako wskaźnik żywotności roślin inokulowanych bakteriami z rodzaju *Azospirillum*. *Ekologia i Technika*. Vol. 16. Nr 4 s. 165–169.
- WALKOWIAK R., MOLIŃSKI K., KLAMA J., NIEWIADOMSKA A. 2005. Dependence of nitrogenase activity on chlorophyll content In Grasseem inoculated with endophytic bacteria. *Scientific Papers of Agricultural University of Poznań, Agriculture*. Vol. 5 s. 43–55.
- WIŚNIEWSKA H., CHEŁKOWSKI J. 1999. Influence of exogenic salicylic acid on *Fusarium* seedling blight reduction in barley. *Acta Physiologiae Plantarum*. Vol. 21 (1) s. 63–66.
- ZBROSZCZYK U., KORDAS L. 2012. The influence of Effective Microorganisms EM application on health status of spring wheat growing in short-term monoculture. *Progress Plant Protection*. Vol. 52(2) s. 327–331.

Justyna STARZYK, Halina WIŚNIEWSKA

RESISTANCE OF SPRING WHEAT TO FUSARIUM HEAD BLIGHT AFTER THE APPLICATION OF EFFECTIVE MICROORGANISMS

Key words: *biometric measurements, chlorophyll, Effective Microorganisms, Fusarium head blight, spring wheat*

S u m m a r y

The aim of the study was to investigate the effect of the preparation of Effective Microorganisms on the incidence of *Fusarium* head blight in spring wheat in the field and to evaluate plant growth and development and chlorophyll content in leaves under the influence of biopreparation. Effective Microorganisms were applied into the soil and sprayed on plants. Furthermore, wheat was infected with spores of *Fusarium* spp. to induce FHB in order to determine the disease incidence and FHB index. Biometric parameters: the weight and length of aboveground and underground plant parts and chlorophyll *a* and *b* in leaves were determined. Studies showed significant efficiency of biopreparation in controlling *Fusarium* head blight in spring wheat. Most effective in the control of fungal pathogen was the application of biopreparation into the soil with spraying plants in spread stage, which caused a 80% reduction in the occurrence of induced disease. EM preparation had a beneficial effect on plant growth, especially in the early stages of development, whereas no significant effect of EM on leaf chlorophyll content was noted.

Adres do korespondencji: dr inż. J. Starzyk, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej, ul. Szydlowska 50, 60-656 Poznań; tel. +48 61 846-67-20, e-mail: jstarzyk@up.poznan.pl