

WPLYW UŻYŹNIANIA GLEBY ORAZ STOSOWANIA BIOSTYMULATORA NA PRODUKCYJNOŚĆ PSZENICY OZIMEJ W ZMIANOWANIU I KRÓTKOTRWALEJ MONOKULTURZE*

KAROL KOTWICA¹, IWONA JASKULSKA, MARIUSZ PIEKARCZYK, PIOTR WASILEWSKI,
LECH GAŁĘZEWSKI, DARIUSZ KULPA

*Katedra Podstaw Produkcji Roślinnej i Doświadczalnictwa, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
w Bydgoszczy, ul. Kordeckiego 20E, 85-225 Bydgoszcz*

Synopsis. W latach 2010–2012 w doświadczeniu polowym określono efekt produkcyjny różnych sposobów użyźniania gleby i stosowania biostymulatora w pszenicy ozimej uprawianej w krótkotrwałej monokulturze i zmianowaniu po rzepaku ozimym. Zmianowanie, stosowanie słomy przedplonu, aplikacja środków poprawiających żyzność gleby oraz biostymulatora istotnie różnicowały ilość biomasy nadziemnej pszenicy ozimej oraz plon jej ziarna. Mniejsze, w porównaniu z stanowiskiem po rzepaku, produktywność i plonowanie pszenicy ozimej uprawianej w krótkotrwałej monokulturze można ograniczyć stosując tlenek wapnia, preparaty zawierające mikroorganizmy oraz biostymulator zwłaszcza we współdziałaniu ze słomą.

Słowa kluczowe: przedplon, pszenica ozima, monokultura, zmianowanie, użyźnianie gleby, biostymulator, produktywność pszenicy ozimej

WSTĘP

Duży udział zbóż w strukturze zasiewów [GUS 2012] powoduje problemy z prawidłowym zmianowaniem pszenicy ozimej. Konsekwencją jej uprawy w monokulturze, nawet krótkotrwałej, jest zmniejszenie plonu i pogorszenie jakości ziarna [Adamiak i in. 2005, Blecharczyk i in. 2005, Kuś i in. 1990b, Pawlak i Ługowska 2010, Smagacz 2004, Woźniak i Gontarz 2005]. Badania naukowe oraz praktyka rolnicza dowodzą, że o wielkości plonów tego gatunku decyduje interakcyjne oddziaływanie czynników siedliskowych i elementów agrotechniki [Bednarek i in. 2009, Oleksiak 2011b]. Częściowe łagodzenie skutków uprawy pszenicy w niekorzystnych dla niej stanowiskach jest możliwe poprzez zwiększenie nakładów przemysłowych środków produkcji. Ich efektywność jest jednak ograniczona, a presja na środowisko silna [Blecharczyk i in. 2006]. Dużą wagę przywiązuje się zatem do utrzymania żyzności i urodzajności gleby w wyniku stosowania różnorodnej materii organicznej. Wpływa ona korzystnie na liczne właściwości gleby, w tym bioróżnorodność, liczebność oraz aktywność mikroorganizmów [Andrzejewska 1999, Jaskulski i Jaskulska 2004, Kotecki i in. 2003b, Kuś i Jończyk 2000]. Temu celowi służy również stosowanie preparatów mikrobiologicznych, wapnowanie [Javaid 2010, Kaczmarek i in. 2007, Klama i in. 2010, Kotwica i in. 2011, Pabin i in. 2004, Schenck i Müller 2009, Stępień i Adamiak 2009] czy wprowadzanie do gleby popiołu z biomasy [Ciesielczuk i in. 2011, Meller i Bilenda 2012]. Zmniejszenie skutków oddziaływania czynników stresowych na rośliny

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: kotwica@utp.edu.pl

* Badania wykonano w ramach projektu PB-0834/B/P01/2009/36 finansowanego przez MNiSW

jest z kolei możliwe poprzez stosowanie biostymulatorów [Michalski i Horoszkiewicz-Janka 2005, Piskier 2007].

Wobec dotychczasowych wyników badań założono, że poprzez stosowanie słomy rośliny przedplonowej oraz innych środków wpływających na żyzność gleby i produktywność roślin, a zwłaszcza ich interakcyjnego oddziaływania, możliwe jest zwiększenie produktywności pszenicy ozimej uprawianej w różnych stanowiskach, zwłaszcza w krótkotrwałej monokulturze.

Celem badań było określenie efektu produkcyjnego różnych sposobów użyźniania gleby i stosowania biostymulatora w agrotechnice pszenicy ozimej uprawianej w zmianowaniu po rzepaku ozimym i w krótkotrwałej monokulturze.

MATERIAŁ I METODY

Cel badań realizowano w oparciu o trzyletnie, 2010–2012, statyczne trójczynnikowe doświadczenie polowe założone w 2009 roku na polu zlokalizowanym w Obronie Leśnej (52°54' N, 17°41' E) należącym do Zakładu Nasiennorolnego w Sobiejuchach będącego częścią firmy „DANKO” Hodowla Roślin Sp. z o.o. w Choryni. Badano w nim produktywność pszenicy ozimej `Leiffer` uprawianej w krótkotrwałej monokulturze i zmianowaniu w stanowisku po rzepaku ozimym (czynnik A) pod wpływem wnoszonej do gleby słomy roślin przedplonowych (czynnik B) oraz aplikacji środków wpływających na żyzność gleby i biostymulatora (czynnik C). Rodzaj, dawki i sposób aplikacji środków będących poziomami czynnika C przedstawia tabela 1. Obiekty doświadczenia rozmieszczono w układzie mieszanym (split-plot – split-block), w czterech powtórzeniach.

Tabela 1. Dawki i sposób aplikacji środków wpływających na żyzność gleby oraz produktywność roślin
Table 1. Rates and the method of application of agents affecting the soil fertility and plant productivity

Środek – Agent	Dawka – Rate	Sposób aplikacji – Application method
popiół* ash*	5,0 dt·ha ⁻¹	Na rozdrobnioną słomę przedplonu lub ściernisko (zależnie od poziomu czynnika B) i wymieszany z glebą w trakcie uprawy poźniwej <i>On to the crushed previous crop straw or stubble (depending on the level of factor B) and mixed with soil during post-harvest cultivation</i>
CaO	15,0 dt·ha ⁻¹	j.w. – as above
Użyźniacz UG _{max} . Fertility booster UG _{max} .	0,9 dm ³ ·ha ⁻¹	j.w. – as above
Szczepionka EM-1 Vaccine EM-1	5,0 dm ³ ·ha ⁻¹ tj. 100 dm ³ ·ha ⁻¹ EM-A namely 100 dm ³ ·ha ⁻¹ EM-A	j.w. – as above

Tabela 1. cd.
Table 1. cont.

<p>Biostymulator** <i>Biostimulant**</i></p>	<p>0,6 dm³·ha⁻¹</p>	<p>Dwukrotnie, każdorazowo po 50% dawki całkowitej po wznowieniu wiosennej wegetacji i w fazie liścia flagowego (BBCH 39) <i>Twice, each time 50% of the total rate after the resumption of the spring vegetation and at the flag leaf phase (BBCH 39)</i></p>
--	---	--

* – popiół ze słomy jęczmienia jarego – *spring barley straw ash*: pH –10,0; P – 20,7 g·kg⁻¹; K – 247,3 g·kg⁻¹; Mg – 5,2 g·kg⁻¹; Ca – 80,1 g·kg⁻¹; Cu – 31,3 mg·kg⁻¹; Mn – 1035,8 mg·kg⁻¹; Zn – 289,2 mg·kg⁻¹; Fe – 2200 mg·kg⁻¹;

** – substancja biologicznie czynna: para-nitrofenolan sodu – 0,3% + orto-nitrofenolan sodu – 0,2% + 5-nitroguajakolan sodu – 0,1% – *biologically active substance: para-nitro sodium phenolate – 0,3% + ortho-nitro sodium phenolate – 0,2% + sodium-5-nitro-guaiacolate – 0,1%*

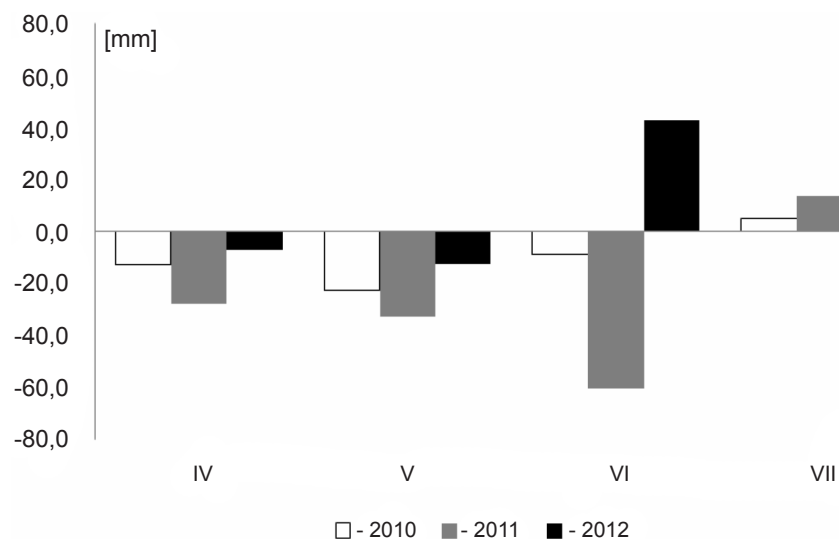
Doświadczenie zlokalizowano na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego, której pełną charakterystykę zamieszczono we wcześniejszej pracy [Długosz i in. 2011]. Pszenicę ozimą uprawiano zgodnie z zasadami intensywnej agrotechniki. W jej skład wchodziły, m.in.: płuzna uprawa roli, nawożenie azotem w dawce 140 kg N·ha⁻¹, nawożenie fosforowo-potasowe wynikające z zasobności gleby i wynoszące 36 kg P₂O₅·ha⁻¹ oraz 66 kg K₂O·ha⁻¹, zaprawiony materiał siewny, herbicydowa ochrona przeciwko chwastom jedno- i dwuliściennym (Legato 1,35 l·ha⁻¹ + Glean 8 g·ha⁻¹), dwa zabiegi fungicydowe (Cerelux 0,8 l·ha⁻¹, Falcon 0,6 l·ha⁻¹). Plon ziarna zbierano w fazie dojrzałości pełnej przy użyciu kombajnu poletkowego f-my Wintersteiger. Wyrażono go w t·ha⁻¹ przy wilgotności 15%. Produkcyjność pszenicy, jako ilość biomasy nadziemnej, określono w fazie BBCH 74–75 w oparciu o próbki roślin z 1 mb rzędu każdej jednostki eksperymentalnej po przeliczeniu na g ś.m.·m⁻².

W latach badań opady w okresie kwiecień – czerwiec były na ogół mniejsze niż wymagania pszenicy ozimej (rys. 1). Dopiero w lipcu ich suma, zwłaszcza w 2012 roku, przewyższała potrzeby opadowe o około 70 mm. Z kolei średnia miesięczna temperatura powietrza była z wyjątkiem września i listopada, lipca w pierwszych dwóch latach badań oraz kwietnia 2011 roku niższa niż w wieloleciu (rys. 2).

Wyniki produktywności i plonowania pszenicy w doświadczeniach pojedynczych poddano analizie wariancji według modelu właściwego dla układu realizowanego eksperymentu, a następnie wykonano syntezę badań wielokrotnych. Oceny istotności różnic pomiędzy średnimi obiektowymi dokonano testem Tukey'a przy poziomie istotności p=0,05.

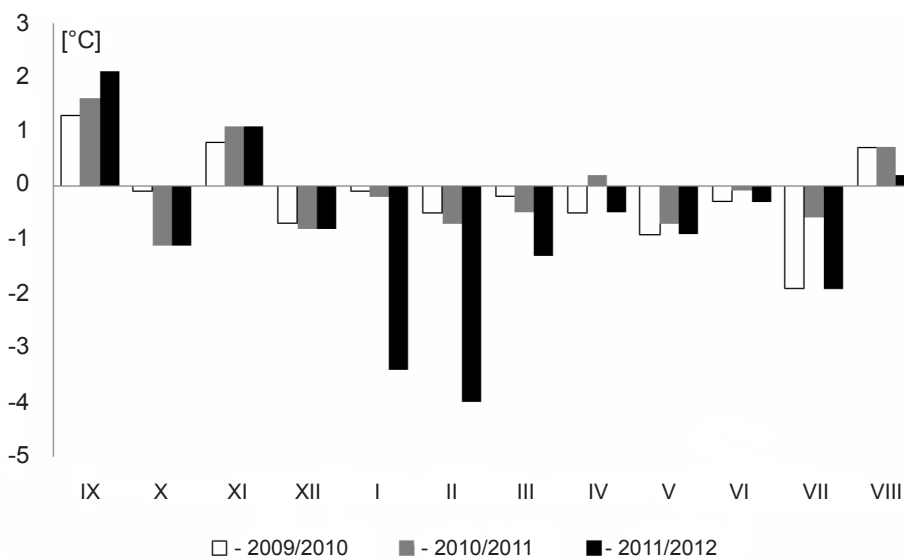
WYNIKI I DYSKUSJA

Produkcyjność pszenicy ozimej, wyrażona ilością biomasy nadziemnej w fazie dojrzałości młecznej – BBCH 74–75, uprawianej w zmianowaniu po rzepaku ozimym była istotnie większa niż w krótkotrwałej monokulturze (tab. 2). Korzystnie na produkcję biomasy wpłynęło wnoszenie do gleby słomy roślin przedplonowych. Mimo braku statystycznie istotnej różnicy wpływu słomy na produktywność pszenicy w obu porównywanych stanowiskach, oddziaływanie rozdrobnionej słomy rzepaku ozimego było silniejsze niż słomy pszennej. Względny przyrost biomasy pszenicy ozimej w efekcie zastosowania słomy w stanowisku po rzepaku ozimym (zmianowanie) wyniósł bowiem 31,6%, a w monokulturze 15,7%.



Rys. 1. Odchylenia [mm] sum opadów w miesiącach IV–VII kolejnych lat uprawy pszenicy ozimej wg danych ZNR Sobiejujchy od potrzeb opadowych gatunku określonych dla Nizin Polskich przez Dzieżycza i in. [1987]

Fig. 1. Deviations [mm] of the total precipitation April through July of successive years of growing winter wheat according to the data provided by ZNR Sobiejujchy from the precipitation requirements of the species determined for Polish Lowlands by Dzieżyc et al. [1987]



Rys. 2. Odchylenia (°C) średnich temperatur miesięcznych w latach prowadzenia badań od średnich temperatur miesięcznych w wieloletniu 1980–2010 według danych ZNR Sobiejujchy

Fig. 2. Deviations (°C) of mean monthly temperatures over the research years from the mean monthly temperatures in the 1980–2010 many-year period according to the data provided by ZNR Sobiejujchy

Tabela 2. Biomasa nadziemnych części pszenicy ($g \cdot m^{-2}$) zależnie od systemu następstwa, stosowania słomy oraz środków wpływających na żyzność gleby i biostymulatoraTable 2. Biomass of aboveground wheat parts ($g \cdot m^{-2}$) depending on cropping system, the use of straw and agents affecting the soil fertility and biostimulant

Środki wpływające na żyzność gleby i biostymulator <i>Agents affecting the soil fertility and biostimulant</i> (C)	Stosowanie słomy <i>Straw application</i> (B)		Średnia <i>Mean</i>
	Słoma usuwana <i>Removed straw</i>	Słoma przyorywana <i>Ploughed-in straw</i>	
<i>Monokultura – Monoculture (A)</i>			
Kontrola – <i>Control</i>	1660	1220	1440
CaO	2067	2867	2467
EM-1 – <i>Vaccine EM-1</i>	1837	2010	1923
Popiół – <i>Ash</i>	1617	1903	1760
UG _{max} – <i>Fertility booster UG_{max}</i>	1890	2630	2260
Biostymulator – <i>Biostimulant</i>	2733	3018	2876
Średnia – <i>Mean</i>	1967	2275	2121
<i>Zmianowanie – Crop rotation (A)</i>			
Kontrola – <i>Control</i>	2187	2920	2553
CaO	2750	3627	3188
EM-1 – <i>Vaccine EM-1</i>	2443	3260	2852
Popiół – <i>Ash</i>	2323	2797	2560
UG _{max} – <i>Fertility booster UG_{max}</i>	2220	3253	2737
Biostymulator – <i>Biostimulant</i>	2833	3563	3198
Średnia – <i>Mean</i>	2459	3237	2848
<i>Średnio dla środków wpływających na żyzność gleby</i> <i>Mean of agents affecting the soil fertility</i>			
Kontrola – <i>Control</i>	1923	2070	1997
CaO	2408	3247	2828
EM-1 – <i>Vaccine EM-1</i>	2140	2635	2388
Popiół – <i>Ash</i>	1970	2350	2160
UG _{max} – <i>Fertility booster UG_{max}</i>	2055	2942	2498
Biostymulator – <i>Biostimulant</i>	2783	3291	3037
Średnia – <i>Mean</i>	2213	2756	–
NIR _{0,05} – <i>LSD_{0,05}</i>	A – 647; B – 248; C – 642; B/A – r.n.; A/B – r.n.; C/A – r.n.; A/C – r.n.; C/B – 705; B/C – 297		

r.n. – różnica nieistotna – *non significant differences*

Stwierdzono również tendencję lub istotne korzystne oddziaływanie środków kształtujących żyzność gleby i biostymulatora na produktywność roślin, zwłaszcza we współdziałaniu ze stosowaną słomą. Na obiektach z wniesioną do gleby słomą produktywność pszenicy zwiększała się istotnie po zastosowaniu tlenku wapnia, efektywnych mikroorganizmów, użyźniacza UG_{max} oraz nalistnej aplikacji biostymulatora. Na podobne oddziaływanie preparatu EM na produkcję biomasy pszenicy wskazują także Klama i in. [2010]. W przypadku usuwania słomy środki kształtujące żyzność gleby były znacznie mniej efektywne. Tylko pod wpływem biostymulatora ilość biomasy pszenicy ozimej była istotnie większa niż na obiekcie kontrolnym.

Plon ziarna pszenicy ozimej uprawianej w krótkotrwałej monokulturze był o 17,0% mniejszy niż w zmianowaniu, w stanowisku po rzepaku ozimym (tab. 3). Potwierdza to znaną, niekorzystną reakcją zbóż na uprawę w monokulturze [Blecharczyk i in. 2005, 2006, Jończyk 2003, Małecka i in. 2005]. Według Woźniaka [2006] plon pszenicy ozimej uprawianej 2, 3-krotnie po sobie jest o około 20% mniejszy niż po przedplonach korzystnych dla tej rośliny.

Tabela 3. Plon ziarna pszenicy ozimej w zależności od systemu następstwa, stosowania słomy oraz środków wpływających na żyzność gleby i biostymulatora

Table 3. Winter wheat grain yield depending on the cropping system, straw application and agents affecting the soil fertility and biostimulant

Środki wpływające na żyzność gleby i biostymulator <i>Agents affecting the soil fertility and biostimulant</i> (C)	Stosowanie słomy <i>Straw application</i> (B)		Średnia <i>Mean</i>
	Słoma usuwana <i>Removed straw</i>	Słoma przyorywana <i>Ploughed-in straw</i>	
Monokultura – Monoculture (A)			
Kontrola – <i>Control</i>	4,55	5,17	4,86
CaO	4,90	6,65	5,77
EM-1 – <i>Vaccine EM-1</i>	4,96	6,15	5,55
Popiół – <i>Ash</i>	4,51	5,13	4,82
UG_{max} – <i>Fertility booster UG_{max}</i>	5,06	6,16	5,61
Biostymulator – <i>Biostimulant</i>	6,40	6,29	6,35
Średnia – <i>Mean</i>	5,07	5,92	5,50
Zmianowanie – Crop rotation (A)			
Kontrola – <i>Control</i>	5,58	6,61	6,10
CaO	6,36	7,36	6,86
EM-1 – <i>Vaccine EM-1</i>	6,20	7,35	6,78
Popiół – <i>Ash</i>	6,44	6,63	6,54
UG_{max} – <i>Fertility booster UG_{max}</i>	6,16	7,22	6,69
Biostymulator – <i>Biostimulant</i>	6,49	7,13	6,81
Średnia – <i>Mean</i>	6,21	7,05	6,63

Tabela 3. cd.
Table 3. cont.

Średnio dla środków wpływających na żyzność gleby <i>Mean of agents affecting the soil fertility</i>			
Kontrola – <i>Control</i>	5,07	5,89	5,48
CaO	5,63	7,00	6,32
EM-1 – <i>Vaccine EM-1</i>	5,58	6,75	6,17
Popiół – <i>Ash</i>	5,48	5,88	5,68
UG _{max} – <i>Fertility booster UG_{max}</i>	5,61	6,69	6,15
Biostymulator – <i>Biostimulant</i>	6,45	6,71	6,58
Średnia – <i>Mean</i>	5,64	6,49	–
NIR _{0,05} – <i>LSD_{0,05}</i>	A – 0,94; B – 0,29; C – 0,46; B/A – r.n.; A/B – r.n.; C/A – 0,64; A/C – 0,79; C/B – 0,65; B/C – 0,46		

r.n. – różnica nieistotna – *non significant differences*

Niekorzystny wpływ braku zmianowania na plonowanie pszenicy ozimej może być częściowo ograniczany przez substytucyjne oraz komplementarne oddziaływanie innych elementów i zabiegów agrotechnicznych. W badaniach własnych nie udowodniono wprawdzie interakcyjnego oddziaływania słomy roślin przedplonowych ze sposobem zmianowania pszenicy na plon jej ziarna, niemniej względny efekt plonotwórczy przyorywania słomy był większy w warunkach uprawy monokulturowej niż w zmianowaniu. Wynosił on odpowiednio 16,8 i 13,5% i był znacznie mniejszy niż w odniesieniu do produkcji biomasy. Walory stosowania słomy jako elementu regenerującego stanowisko w monokulturach zbożowych są dyskusyjne. Często nie wpływa ono istotnie na plonowanie zbóż, a niekiedy może go nawet obniżać, np. w efekcie oddziaływania fitotoksycznego czy silnego porażenia roślin przez patogeny [Duer 1997, Jaskulski i Jaskulska 2004, Kotecki i in. 2003b, Smagacz 2005, 2010, Smagacz i Sowiński 2005]. Zwiększenie efektu produkcyjnego słomy można osiągnąć poprzez jednoczesną aplikację azotu mineralnego [Kotwica i in. 2011, Pabin i in. 2007].

Przeprowadzone badania wskazują, że zarówno brak racjonalnego zmianowania, jak i wnoszenia słomy do gleby może być, ale tylko w pewnym stopniu, rekompensowany innymi środkami. Zdaniem Harasima [1997] w dłuższym czasie jest to jednak bardzo trudne. Zastosowane w badaniach środki kształtujące żyzność gleby oraz biostymulator zwiększyły plon ziarna średnio o 12,8%. Wpływ tych środków na plonowanie pszenicy ozimej zależał jednak od zmianowania oraz stosowania słomy. W monokulturze ich oddziaływanie na plon ziarna, z wyjątkiem popiołu, było istotne i większe niż w zmianowaniu. W stanowisku po rzepaku ozimym nie stwierdzono także korzystnego wpływu popiołu ze słomy, a ponadto użyźniacza glebowego. Efekt plonotwórczy środków kształtujących żyzność gleby oraz biostymulatora zależał również od stosowania słomy. Na obiektach, na których słomy nie stosowano tylko aplikacja biostymulatora istotnie zwiększyła plon ziarna pszenicy. Z kolei w warunkach nawożenia słomą ujawnił się także korzystny wpływ wapnowania oraz doglebowej aplikacji biopreparatów. Według Kucharskiego i Jastrzębskiej [2005] preparat EM wpływa korzystnie na ilości mikroorganizmów, które mogą powodować szybszy rozkładu resztek poźniwnych. Występujące w preparacie EM

niektóre mikroorganizmy ograniczają również niekorzystne dla roślin bakterie i grzyby rozmnażające się w słomie wprowadzanej do gleby. Podobne właściwości posiada użyźniacz glebowy UG_{max} , który wzmacnia aktywność biologiczną gleby, przyspiesza rozkład i ogranicza procesy gnilne słomy w glebie [Trawczyński i Bogdanowicz 2007]. W literaturze krajowej znane są również opinie krytyczne dotyczące metodyki i wyników badań nad produkcyjno-siedliskowymi skutkami stosowania niektórych biopreparatów [Martyniuk 2011, Martyniuk i Księżak 2011].

WNIOSKI

1. Stosowanie słomy przedplonu, środków kształtujących żyzność gleby i biostymulatora zwiększało produkcyjność i plonowanie pszenicy ozimej, na ogół w większym stopniu uprawianej w krótkotrwałej monokulturze niż w zmianowaniu po rzepaku ozimym.
2. Korzystne oddziaływanie wapnowania, efektywnych mikroorganizmów i użyźniacza glebowego na produkcję biomasy oraz plon ziarna pszenicy ozimej zwiększało jednoczesne stosowanie słomy.
3. Plonotwórczy wpływ tlenu wapnia i biopreparatów w monokulturze był większy niż w zmianowaniu.

PIŚMIENNICTWO

- Adamiak J., Adamiak E., Balicki T. 2005. Wpływ wieloletniej monokultury na występowanie chorób podstawy źdźbła w czterech zbożach. *Fragm. Agron.* 22(2): 7–13.
- Andrzejewska J. 1999. Międzyplony w zmianowaniach zbożowych. *Post. Nauk Rol.* 1: 18–31.
- Bednarek W., Tkaczyk P., Dresler S. 2009. Plonowanie pszenicy ozimej w zależności od niektórych właściwości gleby i zabiegów agrotechnicznych. *Acta Agrophys.* 14(2): 263–273.
- Blecharczyk A., Małecka I., Pudełko J. 2005. Reakcja roślin na monokulturę w wieloletnim doświadczeniu w Brodach. *Fragm. Agron.* 22(2): 20–29.
- Blecharczyk A., Śpitalniak J., Małecka I. 2006. Wpływ doboru przedplonów oraz systemów uprawy roli i nawożenia azotem na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 23(2): 273–286.
- Ciesielczuk T., Kusza G., Nemš A. 2011. Nawożenie popiołami z termicznego przekształcania biomasy źródłem pierwiastków śladowych dla gleb. *Och. Środ. Zas. Nat.* 49: 219–226.
- Długosz J., Kotwica K., Jaskulski D. 2011. Wpływ monokultur rzepaku i pszenicy ozimej na właściwości gleb w regionie Pałuk oraz sposoby minimalizowania ich skutków. W: *Wybrane problemy genezy, systematyki, użytkowania i ochrony gleb regionu kujawsko-pomorskiego*. Jankowski M. (red.). Wyd. PTG, PTSH, UMK Toruń: 195–210.
- Duer I. 1997. Fitotoksyczność słomy i resztek poźniwnych pszenicy ozimej uprawianej w monokulturze. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 452: 59–70.
- Harasim A. 1997. Możliwości kompensacji ujemnego wpływu stanowiska na plonowanie i efektywność produkcji pszenicy ozimej. I. Plon ziarna i jego związki z niektórymi czynnikami. *Pam. Puł.* 109: 19–34.
- Jaskulski D., Jaskulska I. 2004. Wpływ nawożenia słomą, międzyplonów ścierniskowych i zróżnicowanej uprawy roli na niektóre właściwości gleby w ogniwie pszenica ozima – jęczmień jary. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(2): 151–163.
- Javaid A. 2010. Beneficial Microorganisms for Sustainable Agricultural- A Review. In: *Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality and Organic Farming, Sustainable Agriculture Reviews- 4*. Lichtfouse E. (ed.). Springer Publishers.: 347–369.
- Jończyk K. 2003. Czynniki kształtujące plonowanie pszenicy ozimej w różnych stanowiskach i systemach produkcji roślinnej. *Pam. Puł.* 132: 141–149.

- Kaczmarek Z., Owczarzak W., Mrugańska L., Grzelak M. 2007. Wpływ efektywnych mikroorganizmów na wybrane właściwości fizyczne i wodne poziomów orno-próchnicznych gleb mineralnych. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 52(3): 73–77.
- Kłama J., Jędrzycka M., Wisniewska H., Gajewski P. 2010. Ocena stopnia rozwoju oraz kondycji fizjologicznej ozimych roślin pszenicy i rzepaku w uprawie z zastosowaniem efektywnych mikroorganizmów. *Nauka Przyr. Technol.* 4(6), # 81.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 2003a. Wpływ nawożenia resztkami pozbiorowymi rzepaku ozimego i wapnowania na rozwój, plonowanie oraz skład chemiczny ziarna pszenicy. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 2(1): 17–30.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 2003b. Wpływ nawożenia resztkami pozbiorowymi rzepaku ozimego i azotem na rozwój, plonowanie oraz skład chemiczny ziarna pszenicy. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 2(1): 31–40.
- Kotwica K., Jaskulska I., Jaskulski D., Gałęzewski L., Walczak D. 2011. Wpływ nawożenia azotem i sposobu użyźniania gleby na plonowanie pszenicy ozimej w zależności od przedplonu. *Fragm. Agron.* 28(3): 53–62.
- Kucharski J., Jastrzębska E. 2005. Rola Mikroorganizmów Efektywnych (EM) i glebowych w kształtowaniu właściwości mikrobiologicznych gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 507: 315–322.
- Kuś J., Jończyk K. 2000. Regenerująca rola międzyplonów w zbożowych członach zmianowania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 470: 59–65.
- Kuś J., Nawrocki S., Jelinowski S., Płoszyńska W. 1990a. Studia nad możliwością zwiększenia udziału zbóż w strukturze zasiewów. II. Doświadczenia na glebach żytnich bardzo dobrych. *Pam. Puł.* 97: 23–38.
- Kuś J., Nawrocki S., Jelinowski S., Płoszyńska W. 1990b. Studia nad możliwością zwiększenia udziału zbóż w strukturze zasiewów. III. Doświadczenia na glebach pszenicznych dobrych. *Pam. Puł.* 97: 39–54.
- Małecka I., Blecharczyk A., Piechota T., Sawińska Z. 2005. Wpływ nawożenia na plonowanie pszenicy ozimej uprawianej w okresowej monokulturze. *Fragm. Agron.* 22(2): 116–124.
- Martyniuk S. 2011. Skuteczne i nieskuteczne preparaty mikrobiologiczne stosowane w ochronie i uprawie roślin oraz rzetelne i nierzetelne metody ich oceny. *Post. Mikrobiol.* 50(4): 321–328.
- Martyniuk S., Książek J. 2011. Ocena pseudomikrobiologicznych preparatów stosowanych w uprawie roślin. *Pol. J. Agron.* 6: 27–33.
- Meller E., Bilenda E. 2012. Wpływ popiołów ze spalania biomasy na właściwości fizykochemiczne gleb lekkich. *Polit. Energ.* 15(3): 287–292.
- Michalski T., Horoszkiewicz-Janka J. 2005. Wpływ bioregulatora Asahi SI na zdrowotność i plonowanie jęczmienia jarego i pszenicy jarej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 45(2): 910–913.
- Oleksiak T. 2011a. Czynniki warunkujące poziom plonowania pszenicy ozimej w produkcji towarowej Część I. Zmiany w latach 1986–2010. *Biul. IHAR* 260/261: 43–53.
- Oleksiak T. 2011b. Czynniki warunkujące poziom plonowania pszenicy ozimej w produkcji towarowej Część II. Zróżnicowanie w zależności od rejonu i wielkości gospodarstw. *Biul. IHAR* 260/261: 55–68.
- Pabin J., Włodek S., Biskupski A. 2004. Sposoby uprawy roli i zagospodarowania słomy a zawartość wody w glebie. *Rocz. AR Poznań, Ser. Melior. Inż. Środ.* 25: 437–443.
- Pabin J., Włodek S., Biskupski A. 2007. Wpływ różnych sposobów mulczowania na wilgotność gleby i plony roślin w zmianowaniu. *Fragm. Agron.* 24(1): 199–205.
- Pawlak Z., Ługowska M. 2010. Plonowanie pszenicy ozimej w monokulturze przy różnym poziomie ochrony chemicznej przed chwastami. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 50(2): 823–827.
- Piskier T. 2007. Wpływ absorbentu i biostymulatora na zmiany wybranych fizycznych właściwości gleby. *Inż. Rol.* 8: 201–206.
- Schenck M., Müller T. 2009. Impact of effective microorganisms and other biofertilizers -on soil microbial characteristics, organic-matter decomposition, and plant growth. *J. Plant Nut. Soil Sci.* 172: 704–712.
- Smagacz J. 2004. Reakcja wybranych odmian pszenicy ozimej na przedplon. *Biul. IHAR* 231: 65–71.
- Smagacz J. 2005. Wpływ częstotliwości przyorywania słomy na występowanie patogenów podstawy żdźbła i plonowanie odmian jęczmienia jarego. *Biul. IHAR* 235: 171–170.
- Smagacz J. 2010. Wpływ nawożenia słomą na plonowanie pszenicy ozimej, występowanie chorób podstawy żdźbła oraz niektóre właściwości chemiczne gleby. *Fragm. Agron.* 27(1): 141–150.
- Smagacz J., Sowiński M. 2005. Porażenie przez patogeny podstawy żdźbła i plonowanie odmian pszenicy ozimej w zależności od częstotliwości przyorywanej słomy. *Biul. IHAR* 235: 105–113.

- Stepień A., Adamiak E. 2009. Efektywne mikroorganizmy (EM-1) i ich wpływ na występowanie chorób zbóż. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 49(4): 2027–2030.
- Trawczyński C., Bogdanowicz P. 2007. Wykorzystanie użyźniacza glebowego w aspekcie ekologicznej uprawy ziemniaka. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 52(4): 94–97.
- Woźniak A. 2006. Wpływ przedplonów na plon i jakość ziarna pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 5(2): 99–106.
- Woźniak A., Gontarz D. 2005. Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy ozimej w zmianowaniu i poziomowi agrotechniki na cechy jakościowe ziarna. *Biul. IHAR* 237/238: 3–11.

K. KOTWICA, D. JASKULSKI, M. PIEKARCZYK, P. WASILEWSKI, L. GAŁĘZEWSKI, D. KULPA

**EFFECT OF SOIL CONDITIONING AND THE APPLICATION OF BIOSTIMULANTS
ON THE PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT IN CROP ROTATION
AND SHORT-TERM MONOCULTURE**

Summary

Over 2010–2012 in a field experiment there was determined the production effect of various methods of soil conditioning and the biostimulant application in the agrotechnical practises of winter wheat grown in short-term monoculture and crop rotation after winter rapeseed. Crop rotation, application of the previous crop straw, application of agents enhancing soil fertility and biostimulant significantly differentiated the amount of aboveground biomass of winter wheat and its grain yield. Lowered, as compared with the stand after rapeseed, productivity and yielding of winter wheat grown in a short-term monoculture can be helped by applying the calcium oxide, agents containing microorganisms and biostimulant, especially in the interaction with straw.

Key words: previous crop, winter wheat, monoculture, crop rotation, soil conditioning, biostimulants, productivity of winter wheat

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 2.09.2013

Do cytowania – *For citation*:

Kotwica K., Jaskulska I., Piekarczyk M., Wasilewski P., Gałęzewski L., Kulpa D. 2013. Wpływ użyźniania gleby oraz stosowania biostymulatora na produktywność pszenicy ozimej w zmianowaniu i krótkotrwałej monokulturze. *Fragm. Agron.* 30(4): 55–64.