

## WPŁYW STOSOWANIA WAPNA, POPIOŁU Z BIOMASY I KOMPOSTU ORAZ PREPARATU EM NA PLONOWANIE I KOMPONENTY PLONU PSZENICY

Sławomir Stankowski<sup>1</sup>, Grzegorz Hury<sup>1</sup>, Marzena Gibczyńska<sup>2</sup>,  
Grażyna Jurgiel-Malecka<sup>2</sup>

- <sup>1</sup> Katedra Agronomii Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin  
<sup>2</sup> Zakład Chemii Ogólnej i Ekologicznej Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin, e-mail: grazyna.jurgiel-malecka@zut.edu.pl

### STRESZCZENIE

Doświadczenie polowe przeprowadzono w roku 2013 w Duninowie (54°539' N, 16°830' E). Badanymi czynnikami były: I. czynnik 6 wariantów nawożenia, II. 2 poziomy stosowania preparatu Efektywne Mikroorganizmy. Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu popiołów z biomasy na podstawie porównania ich działania z nawozem wapniowym oraz biokompostem BIOTOP w połączeniu z preparatem mikrobiologicznym Efektywne Mikroorganizmy (EM). Przedmiot badań stanowiła analiza wpływu tych popiołów wprowadzonych do gleby na plon i strukturę plonu oraz parametry fizjologiczne pszenicy jarej odm. Bombona. Nie stwierdzono istotnego wpływu zastosowanych wariantów nawozowych na wzrost plon pszenicy jarej odm. Bombona. W wyniku wprowadzenia nawozu postaci kompostu BIOTOP uzyskano wzrost zawartości chlorofilu w liściach pszenicy odm. Bombona (SPAD) oraz wielkości powierzchni asymilacyjnej łanu przypadającą na jednostkę powierzchni pola (LAI). Zastosowanie preparatu Efektywne Mikroorganizmy (EM) nie miało wpływu na analizowane w doświadczeniu parametry fizjologiczne (plon, obsada kłosów, SPAD, LAI) charakteryzujące pszenicę jarą odm. Bombona.

**Słowa kluczowe:** pszenica jara, komponenty plonu, popiół z biomasy, kompost BIOTOP, preparat EM

### IMPACT OF LIME, BIOMASS ASH AND COMPOST AS WELL AS PREPARATION OF EM APPLICATIONS ON GRAIN YIELD AND YIELD COMPONENTS OF WHEAT

#### ABSTRACT

Field experiment was conducted in 2013 in Duninowo (54°539' N, 16°830' E). The experimental factors were: I. factor - 6 variants of fertilization, and II. - two level of EM preparations. The aim of this study was to evaluate the impact of ash from biomass by comparing its effect with the calcium fertilizer and compost BIOTOPE in conjunction with the preparation of microbiological Effective Microorganisms (EM). The impact of ash from biomass introduced into the soil on yield and yield structure and physiological parameters of spring wheat was analyzed. No significant impact of the various variants of fertilizer application on the yielding

of spring wheat cv. Bombona was confirmed. As a result of the form of compost fertilizer BIOTOPE, an increase in the content of chlorophyll in leaves of wheat cv Bombona (SPAD) and the size of canopy assimilation area per unit area of the field (LAI). The application of EM did not affect the physiological parameters (yield, the number of ears per area unit, SPAD, LAI) characterizing the spring wheat cv. Bombona.

**Keywords:** spring wheat, yield components, biomass ash, compost BIOTOPE, preparat EM

## WSTĘP

Jednym ze sposobów przetwarzania biomasy jest jej spalanie, a otrzymywany popiół może stanowić cenny surowiec do celów nawozowych i rekultywacyjnych [Kalembasa 2008, Antonkiewicz 2009]. Uzyskiwany popiół należy traktować jako materiał mineralny zawierający znaczne ilości pierwiastków biogennych. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 5 kwietnia 2011 r. w sprawie procesu odzysku R10 [Dz. U. 2011 nr 86 poz. 476], określa warunki odzysku poprzez rozprowadzanie na powierzchni ziemi w celu nawożenia lub ulepszenia gleby. Do popiołu powstającego z biomasy należą popioły lotne z torfu i drewna nie poddanych obróbce chemicznej oznaczone w rozporządzeniu kodem 10 01 03. Wykorzystując te popioły należy spełnić warunki określone w rozporządzeniu. Odpady należy wprowadzać do gleb, w których nie są przekroczone wartości dopuszczalne stężenia substancji określonych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi [Dz. U. 2002 nr 165 poz. 1359]. Odkwaszające działanie odpadów paleniskowych ma szerokie potwierdzenie w literaturze [Ciećko i in. 2009, Gibczyńska i in. 2009].

Biokomposty wytworzone z odpadów organicznych są źródłem materii organicznej w połączeniu z popiołem z biomasy mogą wspólnie stanowić cenny surowiec do celów nawozowych i rekultywacyjnych.

Preparat Efektywne Mikroorganizmy (EM) sprzyja szybszej mineralizacji masy organicznej, działa antyutleniająco bezpośrednio na glebę oraz pośrednio na roślinę [Higa 2002].

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu popiołów z biomasy na podstawie porównania ich działania z nawozem wapniowym oraz biokompostem BIOTOP w połączeniu z preparatem mikrobiologicznym Efektywne Mikroorganizmy (EM). Przedmiot badań stanowiła analiza wpływu tych popiołów wprowadzonych do gleby na plon i strukturę plonu oraz parametry fizjologiczne pszenicy jarej

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Doświadczenie polowe przeprowadzono w roku 2013 w Duninowie (54°539' N, 16°830' E). Badanymi czynnikami były: I. czynnik 6 wariantów nawożenia, II. 2 poziomy stosowania Efektywnych Mikroorganizmów (tabela 1). Nawożenie popiołem

i biokompostem oraz wapnowanie wykonano w trakcie uprawy wiosennej. Pszenicę jarą odm. Bombona wysiano w ilości  $170 \text{ kg} \times \text{ha}^{-1}$ . Siew roślin został wykonany 26 kwietnia 2013 roku. W trakcie wegetacji wykonano oprysk herbicydem Pragma ( $25 \text{ g} \times \text{ha}^{-1}$ ) oraz fungicydem Soprano ( $0,4 \text{ dm}^3 \times \text{ha}^{-1}$ ) oraz siarczanem(VI) magnezu i siarczanem(VI) manganu w ilości po  $1 \text{ kg} \times \text{ha}^{-1}$ . Nawożenie azotem i siarką zastosowano w ilości odpowiednio 170 i 25 kg N i S na hektar. Oprysk preparatem Efektywne Mikroorganizmy wykonano jednorazowo w dniu 11 czerwca 2013 roku. Dawka wynosiła  $40 \text{ dm}^3 \times \text{ha}^{-1}$ . W wariancie bez preparatu Efektywne Mikroorganizmy (EM) wykonano oprysk wodą w takiej samej ilości. Gleba na której uprawiano pszenicę charakteryzowała się, pH bliskim obojętnemu (6,6). W trakcie wegetacji określono zawartość chlorofilu metodą fotooptyczną przy zastosowaniu chlorofilometru Minolta Spad 502. wykonując po 10 pomiarów na każdym wariancie. Oznaczono również indeks powierzchni liści (LAI) przy pomocy Ceptomietru Accu Par, wykonując po 5 pomiarów na każdym wariancie. Po zbiorze określono plon ziarna i wybrane komponenty plonu dla poszczególnych roślin.

Analizę statystyczną wyników wykonano przy zastosowaniu 2 czynnikowej analizy wariancji a półprzedziały ufności (NIR) wyliczono przy zastosowaniu testu Tukey'a. Obliczenia wykonano przy zastosowaniu programu Statistica wersja 10.

**Tabela 1.** Warianty nawozowe

**Table 1.** Variants of fertilizer

Warianty nawozowe	Zastosowane nawożenie
1	Kontrola
2	Wapno $3,0 \text{ t} \times \text{ha}^{-1}$
3	Popiół z biomasy $1,5 \text{ t} \times \text{ha}^{-1}$
4	Wapno $3,0 \text{ t} \times \text{ha}^{-1}$ + popiół $1,5 \text{ t} \times \text{ha}^{-1}$
5	Popiół z biomasy $1,5 \text{ t} \times \text{ha}^{-1}$ + kompost Biotop $20 \text{ t} \times \text{ha}^{-1}$
6	Wapno $3,0 \text{ t} \times \text{ha}^{-1}$ + popiół z biomasy $1,5 \text{ t} \times \text{ha}^{-1}$ + kompost Biotop $20 \text{ t} \times \text{ha}^{-1}$

### Charakterystyka wapna

Zastosowane w doświadczeniu wapno nawozowe to nawóz wapniowy pocelulozowy odmiana 07 o nazwie handlowej PROFITKALK. Badanie wapna wykonane zostało przez Główne Laboratorium Analiz Chemicznych IUNG w Puławach. Próbka, w formie stałej, barwy jasnoszarej wielkości około 3 kg dostarczona została do laboratorium dnia 09.07.2012 r. Zawartość wapnia wyrażona jako CaO wynosiła 39,2%.

### Charakterystyka popiołu z biomasy

Zastosowany w doświadczeniu popiół z biomasy otrzymany został ze spalania materiału drzewnego. Analiza popiołu z biomasy wykonana została w Centralnym

Laboratorium Instytutu Ekologii Terenów Uprzemysłowionych w Katowicach. Skład granulometryczny popiołu z biomasy był następujący: zawartość frakcji piaskowej 32% s.m., frakcji pyłowej 41% s.m. i frakcji ilowej 27% s.m., co stanowiło podstawę do określenia klasyfikacji glebowej popiołu jako - glina ciężka. Odczyn popiołu (pH w wodzie) wynosił 13,2. Zawartość przyswajalnego fosforu oznaczona jako  $\text{mg P} \times \text{kg}^{-1}$  s.m. była  $< 0,04$ , potasu przyswajalnego wynosiła  $89 \text{ g K} \times \text{kg}^{-1}$ . Badany popiół z biomasy charakteryzował się zawartością magnezu przyswajalnego w ilości  $1,2 \text{ g Mg} \times \text{kg}^{-1}$ . Zawartość pozostałych metali w suchej masie popiołu była następująca: cynku  $563 \text{ mg Zn} \times \text{kg}^{-1}$ , miedzi  $78,9 \text{ mg Cu} \times \text{kg}^{-1}$ , niklu  $23,7 \text{ mg Ni} \times \text{kg}^{-1}$ , chromu  $15,4 \text{ mg Cr} \times \text{kg}^{-1}$ , ołowiu  $12,1 \text{ mg Pb} \times \text{kg}^{-1}$ , kadmu  $2,7 \text{ mg Cd} \times \text{kg}^{-1}$ , arsenu  $2,0 \text{ mg As} \times \text{kg}^{-1}$ , rtęci  $< 0,4 \text{ mg Hg} \times \text{kg}^{-1}$ .

### **Charakterystyka kompostu BIOTOP**

Kompost BIOTOP produkowany jest przez „Wodociągi Słupsk” Spółkę z ograniczoną odpowiedzialnością w Słupsku. Składniki, które podlegają kompostowaniu są następujące: słoma 32%, ustabilizowany osad 32%, odpad zielony 25%, kora odpadowa 11%. W wyniku kompostowania uzyskuje się produkt o następującym składzie: azot, fosfor, i potas odpowiednio 2,5; 1,0; 0,2%. Zawartość metali nie przekracza następujących wartości: cynk  $600 \text{ mg Zn} \times \text{kg}^{-1}$ , miedź  $40 \text{ mg Cu} \times \text{kg}^{-1}$ , nikiel  $9,5 \text{ mg Ni} \times \text{kg}^{-1}$ , chrom  $5,0 \text{ mg Cr} \times \text{kg}^{-1}$ , ołów  $20,0 \text{ mg Pb} \times \text{kg}^{-1}$ , kadm  $0,8 \text{ mg Cd} \times \text{kg}^{-1}$ , rtęć  $< 0,01 \text{ mg Hg} \times \text{kg}^{-1}$ . Odczyn kompostu (pH w wodzie) wynosi 7,4.

### **Dane meteorologiczne**

O zawartości w glebie makroskładników występujących w formach przyswajalnych w dużym stopniu decyduje wielkość opadów zapewniająca odpowiednią wilgotność gleby, szczególnie w okresie wegetacyjnym. Okres wegetacyjny w roku 2013 należy ocenić jako wilgotny, spowodowane to było opadami w maju i czerwcu znacznie przewyższającymi średnią z wielolecia [[www.ogimet.com](http://www.ogimet.com)].

## **WYNIKI BADAŃ I Dyskusja**

### **Plon i struktura plonu**

Uzyskany w doświadczeniu średni plon pszenicy jarej odm. Bombona wahał się w granicach od  $5,93$  do  $6,18 \text{ Mg} \times \text{ha}^{-1}$ . Zastosowanie zróżnicowanych wariantów nawozowych nie spowodowało istotnego zróżnicowania plonu pszenicy jarej odm. Bombona. Pewną tylko tendencję do podwyższenia plonu zaobserwowano przy łącznym zastosowaniu wszystkich czynników nawozowych. Stosunkowo wysoki plon uzyskany w kontrolnym wariacie nawozowym tłumaczy w pewnym stopniu brak istotnego

**Tabela 2.** Wpływ nawożenia (N) oraz stosowania preparatu mikrobiologicznego EM na plon i elementy struktury plonu pszenicy jarej odm. Bombona**Table 2.** Effect of fertilization (N) and the use of EM microbial preparation on yield and yield components of spring wheat cv. Bombona

Cecha	Warianty nawozowe	Efektywne mikroorganizmy		Średnia
		bez EM	EM	
Plon [Mg ×ha <sup>-1</sup> ]	1	6,05	6,07	<b>6,06</b>
	2	5,78	6,07	<b>5,93</b>
	3	5,98	6,06	<b>6,02</b>
	4	5,74	6,39	<b>6,06</b>
	5	6,00	6,13	<b>6,06</b>
	6	6,22	6,14	<b>6,18</b>
Średnia		5,96	6,14	<b>6,05</b>
NIR <sub>0,05</sub> dla:		<b>N-r.n.; E-r.n.; N x E - r.n.<sup>x</sup></b>		
Liczba roślin na m <sup>2</sup>	1	300	306	<b>303</b>
	2	290	300	<b>295</b>
	3	320	330	<b>325</b>
	4	334	308	<b>321</b>
	5	338	302	<b>320</b>
	6	306	308	<b>307</b>
Średnia		<b>315</b>	<b>309</b>	<b>312</b>
NIR <sub>0,05</sub> dla:		<b>N-r.n.; E-r.n.; N x E - r.n.</b>		
Liczba kłosów na m <sup>2</sup>	1	418	402	<b>410</b>
	2	400	436	<b>418</b>
	3	430	444	<b>437</b>
	4	402	420	<b>411</b>
	5	448	416	<b>432</b>
	6	424	418	<b>421</b>
Średnia		<b>420</b>	<b>423</b>	<b>422</b>
NIR <sub>0,05</sub> dla:		<b>N-r.n.; E-r.n.; N x E - r.n.</b>		
Liczba ziaren w kłosie	1	33,7	37,2	<b>35,5</b>
	2	34,3	29,9	<b>32,1</b>
	3	33,5	31,4	<b>32,4</b>
	4	31,9	35,1	<b>33,5</b>
	5	30,2	32,1	<b>31,2</b>
	6	34,8	34,1	<b>34,4</b>
Średnia		<b>33,1</b>	<b>33,3</b>	<b>33,2</b>
NIR <sub>0,05</sub> dla:		<b>N-r.n.; E-r.n.; N x E - r.n.</b>		
Masa 1000 nasion [g]	1	42,9	40,6	<b>41,8</b>
	2	42,1	46,7	<b>44,4</b>
	3	41,7	43,5	<b>42,6</b>
	4	45,8	43,3	<b>44,5</b>
	5	44,3	46,2	<b>45,2</b>
	6	42,2	43,2	<b>42,7</b>
Średnia		<b>43,2</b>	<b>43,9</b>	<b>43,5</b>
NIR <sub>0,05</sub> dla:		<b>N-r.n.; E-r.n.; N x E - r.n.</b>		

<sup>x</sup>n.r. – różnica nieistotna / not significant difference.

wpływu zastosowanego nawożenia (tab. 2). Kołodziejczyk i in. [2012] realizując doświadczenie z pszenicą odm. Bombona uzyskali plon w szerszym zakresie od 3,40 do 7,02 Mg×ha<sup>-1</sup>. Autorzy podkreślają, że czynnikiem ograniczającym efektywność dużych dawek azotu jest naturalna żyzność gleb. Zmniejszający się wpływ w miarę wzrostu dawek azotu udokumentowany jest w szeregu pracach: Fotyma [1997], Wróbel [1999], López-Bellido i López-Bellido [2001]. Zastosowanie preparatu Efektywne Mikroorganizmy (EM) przyczyniło się do niewielkiego wzrostu plonu, jednakże nie był on istotny (tab. 2).

Nie stwierdzono jednoznacznego wyraźnego wpływu zastosowanego nawożenia na komponenty plonu. Największą obsadę kłosów stwierdzono po zastosowaniu nawożenia zawierającego popiół z biomasy oraz popiół w połączeniu kompostem, jednakże ta zależność nie znalazła potwierdzenia w obliczeniach statystycznych. W swoich pracach wielu autorów [Frant i Bujak 2007, Kołodziejczyk i in. 2007, Czarnocki i in. 2009], podkreśla, że poziom nawożenia azotem najsilniej oddziałuje na obsadę kłosów. W przeprowadzonym doświadczeniu nawożenie azotem nie było jednoznacznie zróżnicowane. Liczba ziaren w kłosie i masa 1000 ziaren zmieniały się w niewielkim stopniu. Zmiany miały charakter przypadkowy i nie odnotowano istotnych prawidłowości (tab. 2).

W zrealizowanym doświadczeniu nie uzyskano wpływu zastosowanego preparatu Efektywne Mikroorganizmy (EM) na elementy składowe plonu ziarna pszenicy jarej. Analogiczne wyniki uzyskali Kołodziejczyk i in. [2012], podając, że zastosowanie preparatów Proplantan AM i Efektywne Mikroorganizmy EM przyczyniło się tylko do zwiększenia obsady kłosów średnio o 4%.

W pewnym stopniu, wyjaśnienie odnośnie uzyskanych wyników może stanowić fakt, że przeprowadzone doświadczenie realizowane było w czasie jednego okresu wegetacyjnego a zmiany odczynu gleby na skutek zastosowania nawozów odkwaszających odnotowuje się w dalszych latach badań [Gibczyńska i in. 2007].

## **Parametry fizjologiczne roślin**

### **Zawartość chlorofilu w liściach (SPAD)**

Różnice odnośnie zawartości chlorofilu spowodowane zastosowaniem wapna, popiołu, kompostu i ich mieszanin były u pszenicy stosunkowo niewielkie. Tendencję do uzyskania największej zawartości chlorofilu stwierdzono dla wariantów z udziałem kompostu BIOTOP, co jest uzasadnione wobec faktu, że kompost był materiałem zawierającym najwięcej azotu. Szereg autorów [Sulewska i in. 2007, Panasiewicz i in. 2009, Jarecki i in. 2013] przedstawia dane wskazujące, że odczyty SPAD odzwierciedlające stan odżywienia roślin azotem rosną wraz ze wzrostem zastosowanej dawki nawozu.

Wprowadzenie preparatu Efektywne Mikroorganizmy miało mały wpływ na zawartość chlorofilu, różnice w reakcji w poszczególnych wariantach miały przypadkowy charakter (tab. 3).

**Tabela 3.** Wpływ nawożenia (N) oraz stosowania preparatu mikrobiologicznego EM na zmiany zawartości chlorofilu w liściach roślin (SPAD)**Table 3.** Effect of fertilization (N) and the use of EM microbial preparation on changes of chlorophyll content in plant leaves (SPAD)

Roślina	Warianty nawozowe	Efektywne mikroorganizmy		Średnia
		bez EM	EM	
Pszenica	1	54,0	50,2	<b>52,1</b>
	2	50,6	52,1	<b>51,3</b>
	3	48,3	53,1	<b>50,7</b>
	4	47,8	52,1	<b>50,0</b>
	5	54,7	53,2	<b>53,9</b>
	6	54,3	53,4	<b>53,8</b>
Średnia		<b>51,6</b>	<b>52,3</b>	<b>52,0</b>
NIR <sub>0,05</sub> dla:		N- r.n.; E- r.n. <sup>x</sup> ; Nx E- 6,51		

<sup>x</sup>n.r. – różnica nieistotna / not significant difference.

### Indeks powierzchni liści (LAI)

Indeks powierzchni liści (tab. 4) zmieniał się pod wpływem zastosowanego nawożenia i wahał się 3,40 do 5,02 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. W przypadku pszenicy zastosowanie popiołu lub wapna oraz ich łącznie miało ujemny wpływ na badaną cechę. Wartość zbliżona do wartości uzyskanej dla wariantu kontrolnego stwierdzono po zastosowaniu wariantu 6 (popiół + kompost + wapno). Analogicznie jak w przypadku wartości SPAD w wyniku wprowadzenia nawozu o istotnej zawartości azotu uzyskano wzrost

**Tabela 4.** Wpływ nawożenia (N) oraz stosowania preparatu Efektywne Mikroorganizmy na indeks powierzchni liści (LAI)**Table 4.** Effect of fertilization (N) and the use of Effective Microorganisms preparation on leaf area index (LAI)

Roślina	Warianty nawozowe	Efektywne mikroorganizmy		Średnia
		bez EM	EM	
Pszenica	1	5,02	4,25	<b>4,64</b>
	2	3,40	4,17	<b>3,78</b>
	3	4,21	3,50	<b>3,86</b>
	4	3,22	3,83	<b>3,52</b>
	5	4,22	4,24	<b>4,23</b>
	6	4,65	4,66	<b>4,66</b>
Średnia		<b>4,12</b>	<b>4,11</b>	<b>4,11</b>
NIR <sub>0,05</sub> dla:		N- 0,123; E – r.n. <sup>x</sup> ; Nx E-0,174		

<sup>x</sup>n.r. – różnica nieistotna / not significant difference.



wielkości powierzchni asymilacyjnej łąnu przypadającą na jednostkę powierzchni pola. W dotychczas prowadzonych badaniach szereg autorów wskazuje że na wielkość współczynnika LAI korzystnie wpływa nawożenie azotem [Sulewska i in. 2007, Oleksy i in. 2009, Panasiewicz i in. 2009 Jarecki i in 2013]

Zastosowanie preparatu Efektywne Mikroorganizmy EM nie miało wpływu na LAI w przypadku uprawy pszenicy odm. Bombona. Zastosowanie produktów odpadowych jest celowe ze względu na ograniczenie konieczności ich składowania. Ich efektywność zależy jednak od wielu czynników – składu chemicznego, przyswajalności składników, wielkości dawki czy rodzaju gleby i uprawianej rośliny [Piekarczyk 2013].

## WNIOSKI

1. Nie stwierdzono istotnego wpływu zastosowanych wariantów nawozowych na wzrost plon pszenicy jarej odm. Bombona.
2. Zaobserwowano wzrost obsady kłosów pszenicy po zastosowaniu łącznym popiołu, wapna i kompostu.
3. W wyniku wprowadzenia nawozu w postaci kompostu Biotop uzyskano wzrost zawartość chlorofilu w liściach pszenicy odm. Bombona (SPAD) oraz wielkości powierzchni asymilacyjnej łąnu przypadającą na jednostkę powierzchni pola (LAI).
4. Zastosowanie preparatu Efektywne Mikroorganizmy (EM) nie miało wpływu na analizowane w doświadczeniu parametry fizjologiczne (plon, obsada kłosów, SPAD, LAI) charakteryzujące pszenicę jarą odm. Bombona.

## PIŚMIENNICTWO

1. Antonkiewicz J., 2009. Wykorzystanie popiołów paleniskowych do wiązania metali ciężkich występujących w glebie. *Ochr. Środ. i Zasob. Natur.* 41, 398–405.
2. Ciećko Z., Żołądowski A.C., Kulmaczewska J., Chelstowski A., 2009. Wpływ następczy melioracyjnych dawek popiołów z węgla kamiennego na kwasowość gleby. *Zesz. Probl. Postępów Nauk Rol.* 535, 73–83.
3. Czarnocki S., Garwacka A., Starczewski J., 2009. Architektura łąnu i plonowanie wybranych odmian pszenicy jarej w zależności od zastosowanych technologii uprawy. *Fragm. Agron.* 26, 34–41.
4. Dz. U. 2002 nr 165 poz. 1359 – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi.
5. Dz. U. 2011 nr 86 poz. 476 – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 5 kwietnia 2011 r. w sprawie procesu odzysku R10.
6. Fotyma E., 1997. Efektywność nawożenia azotem podstawowych roślin uprawy polowej. *Fragm. Agron.* 14, 46–66.
7. Frant M., Bujak K., 2007. Wpływ uproszczeń w uprawie roli i poziomów nawożenia mineralnego na plonowanie pszenicy jarej. *Fragm. Agron.* 24, 49–57.



8. Gibczyńska M., Meller E., Hury G., 2007. Oddziaływanie popiołu z węgla brunatnego na wybrane właściwości fizykochemiczne gleby lekkiej. Zesz. Probl. Postępów Nauk Rol. 518, 53–61.
9. Gibczyńska M., Meller E., Stankowski S., Prokopowicz A., 2009. Wpływ popiołów z węgla brunatnego na skład chemiczny gleby lekkiej. Zesz. Probl. Postępów Nauk Rol. 538, 63–71.
10. Higa T., 2002. Die wiedergewonnene Zukunft. Effektive Mikroorgansimen (EM) geben neue Hoffnung für unser Leben und unsere Welt. Xanten.
11. Jarecki W., Buczek J., Bobrecka-Jamro D., 2013. Wpływ nawożenia azotem na wielkość plonu ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Fragm. Agron.* 30, 68–75.
12. Kalembasa S., Godlewska A., Wysokiński A., 2008. Skład chemiczny popiołów z węgla brunatnego i kamiennego w aspekcie ich rolniczego zagospodarowania. *Rocz. Glebozn.* 59, 93–97.
13. Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Oleksy A., 2007. Wpływ intensywności uprawy na plonowanie wybranych odmian pszenicy jarej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 6, 5–14.
14. Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Kulig B., 2012. Plonowanie pszenicy jarej w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem oraz stosowania mikrobiologicznych preparatów poprawiających właściwości gleby. *Fragm. Agron.* 29, 60–69.
15. López-Bellido R.J., López-Bellido L., 2001. Efficiency of nitrogen in wheat under Mediterranean condition: effect of tillage, crop rotation and N fertilization. *Field Crop Res.* 71, 31–64.
16. Oleksy A., Szmigiel A., Kołodziejczyk M., 2009. Plonowanie oraz kształtowanie się powierzchni liści wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od poziomu agrotechniki. *Fragm. Agron.* 26, 120–131.
17. Panasiewicz K., Koziara W., Sulewska H., 2009. Reakcja pszenicy ozimej *Triticum durum* Desf. odmiany Komnata na gęstość siewu i nawożenie azotem. *Biul. IHAR* 253, 125–134.
18. Piekarczyk M., Kotwica K., Jaskulski D. 2011. wpływ stosowania popiołu ze słomy jęczmienia jarego na chemiczne właściwości gleby lekkiej. *Fragm. Agron.* 28, 91–99.
19. Sulewska H., Koziara W., Bojarczuk J., 2007. Kształtowanie plonu i jakości ziarna wybranych genotypów *Triticum durum* Desf. w zależności od nawożenia azotem i gęstości siewu. *Biul. IHAR* 245, 17–28.
20. Wróbel E., 1999. Reakcja pszenicy jarej na dawkę i termin stosowania azotu. *Pam. Puł.* 118, 448–453.
21. website 1: [www.ogimet.com](http://www.ogimet.com)