

## SOWING QUALITY AND VIGOR OF WINTER WHEAT GRAIN, GROWING IN ACCORDANCE WITH THE ORGANIC AND CONVENTIONAL SYSTEM

### Summary

*The purpose of this study was to assess the value of sowing and the vigor of winter wheat depending on the production system, sowing rate and variety. Laboratory tests conducted at the Department of Agronomy, Poznań University of Life Sciences, on the grain derived from field experiments the Agricultural Experimental Station Winna Góra belonging to the Institute of Plant Protection - National Research Institute. Evaluated parameters were: germination energy, germination capacity and vigor using: test seedling growth, seedling growth rate test, test Hiltner, test of comprehensive stress and determined: length of roots, number of roots. Production system did not modify the sowing value of winter wheat. Density of sowing of winter wheat caused only a reduction of abnormally germinating grains. Variety Mewa was distinguished by higher vigor parameters expressed in the seedling growth test, conductivity test, vigor index and higher germination capacity assessed in the Hiltner test and test of comprehensive stress.*

## WARTOŚĆ SIEWNA I WIGOR ZIARNA PSZENICY OZIMEJ UPRAWIANEJ ZGODNIE Z SYSTEMEM EKOLOGICZNYM I KONWENCJONALNYM

### Streszczenie

*Celem doświadczeń była ocena podstawowych parametrów wartości siewnej oraz wigoru ziarna pszenicy ozimej w zależności od systemu uprawy, gęstości siewu i odmiany. Badania laboratoryjne wykonano w Katedrze Agronomii, Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu na ziarnie pochodzącym z doświadczeń polowych Rolniczej Stacji Doświadczalnej Winna Góra należącej do Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego. W badaniach oznaczono: energię kiełkowania, zdolność kiełkowania oraz wigor ziarna za pomocą testu wzrostu siewki, testu szybkości wzrostu siewki, testu Hiltnera, testu wigorowego stresu kompleksowego. Ponadto określono długość i liczbę korzeni. System uprawy nie wpływał istotnie na jakość siewną ziarna pszenicy ozimej. Zagęszczenie siewu pszenicy ozimej powodowało jedynie zmniejszenie udziału ziarniaków anormalnie kiełkujących. Odmiana Mewa charakteryzowała się wyższymi parametrami wigoru wyrażonymi w teście wzrostu siewki, teście elektroprzewodnictwa, indeksu wigoru oraz wyższą zdolnością kiełkowania ocenianą w teście Hiltnera i teście stresu kompleksowego.*

### 1. Wprowadzenie

W ostatnich latach udział zbóż w Polsce, w strukturze zasiewów ogółem, stanowi ponad 70%. Dominującym gatunkiem jest pszenica, której uprawa w 2009 roku zajmowała około 2,4 mln ha, tj. 29,3% [15]. Duże znaczenie gospodarcze i wszechstronność wykorzystania pszenicy powoduje, że gatunek ten również często uprawiany jest w gospodarstwach ekologicznych. Podstawowe założenia rolnictwa ekologicznego dążą do optymalnego zrównoważenia zarówno produkcji roślinnej jak i zwierzęcej. Większość działań agrotechnicznych ukierunkowana jest na poprawę stanu fitosanitarnego gleby, zwiększenie odporności na patogeny [6] oraz znaczną dbałość o środowisko.

Uprawa, zwłaszcza pszenicy, w tym systemie wymaga dobrych gleb oraz właściwej profilaktyki, a więc stosowania zrównoważonego nawożenia i ochrony, optymalnego terminu siewu, właściwej obsady oraz dobrze dobranych odmian [7, 8, 10].

Dla produkcji roślinnej duże znaczenie ma jakość materiału siewnego – najlepiej, jeśli jest to kwalifikowany materiał siewny. Zgodnie z założeniami produkcji metodami ekologicznymi zawartymi w Rozporządzeniu Rady (WE) nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. obowiązuje stosowanie

materiału rozmnożeniowego pochodzącego z upraw ekologicznych.

Jakość siewna przede wszystkim uwarunkowana jest czynnikami genetycznymi, ale w różnym zakresie mogą ją modyfikować czynniki agrotechniczne i środowiskowe [13]. Jak dotąd, w literaturze nie wiele jest opracowań [12, 13], dotyczących wpływu wybranych czynników agrotechnicznych na wartość siewną i wigor ziarna zbóż, zwłaszcza pochodzącego z uprawy ekologicznej.

Badania Panasiewicz i in. [12] wskazują, że uprawa jęczmienia jarego oraz pszenicy ozimej w pierwszym roku w systemie ekologicznym, w stosunku do systemu konwencjonalnego nie różnicowała ich wartości siewnej oraz wigoru ziarna. Natomiast odwrotną reakcją odnotowano w przypadku łubinu wąskolistnego, u którego większość wykonanych ocen wskazuje na znaczne pogorszenie jego jakości siewnej.

W rolnictwie ekologicznym ograniczone są możliwości zwalczania zarówno patogenów, jak i chwastów, które mogą stwarzać szczególne trudności w uzyskiwaniu zadawalających parametrów reprodukcyjnych.

Stąd z punktu widzenia nauki, jak i praktyki rolniczej wskazane wydaje się poznanie wpływu systemu uprawy na jakość siewną wytwarzanego ziarna.

Celem badań laboratoryjnych była ocena podstawowych parametrów wartości siewnej oraz wigoru ziarna pszenicy ozimej uprawianej w systemie konwencjonalnym oraz zgodnie z zasadami przyjętymi w systemie ekologicznym z uwzględnieniem gęstości siewu i odmiany.

## 2. Materiał i metody

Badania laboratoryjne wykonano w Katedrze Agronomii, Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, w latach 2007–2009 na ziarnie pochodzącym z upraw Rolniczej Stacji Doświadczalnej Winna Góra, należącej do Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego.

Czynnikiem pierwszego rzędu był system uprawy: ekologiczny (zgodnie z jego założeniami) i konwencjonalny.

Czynnikiem drugiego rzędu była gęstość siewu: siew zagęszczony ( $800 \text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$ ) i siew optymalny ( $450 \text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$ ).

Czynnik trzeciego rzędu stanowiła odmiana: Mewa i Wydma.

Pole ekologiczne wydzielono jesienią 2006 roku z części pola, na którym od wielu lat uprawiano różne rośliny rolnicze w konwencjonalnym systemie uprawy. Sezon wegetacyjny 2006/2007 był pierwszym rokiem badań okresu przejściowego z systemu konwencjonalnego na system ekologicznej produkcji roślinnej. W systemie ekologicznym ziarno pszenicy ozimej zaprawiono preparatem Bioczno BR, ponadto stosowano nawóz PRP SOL (CaO 32%, MgO 8%) w dawkach  $300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  przed siewem i  $200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  w fazie krzewienia (BBCH 20-23) oraz nawóz płynny potasowo-magnezowo-sodowy z dodatkiem miedzi  $1,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$  (BBCH 21-23). Zachwaszczenie w systemie ekologicznym usuwano za pomocą brony chwastownik w początkowej i końcowej fazie krzewienia. Natomiast w systemie konwencjonalnym zastosowano zaprawę nasienną Vitavax 200 FS oraz nawozy Amofosfag: N-3, P-14, K-20, Ca-22, Mg-2, S-9 w dawce  $400 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (BBCH 00) i saletrę amonową 34% w dawkach 100 i  $50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (BBCH 00, 21). Do zwalczania chwastów oraz ochrony roślin wykorzystano preparaty Granstar 75 WG ( $10 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) + Starane 250 EC ( $0,2 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) + Atpolan Bio 80 EC ( $1,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), Artea 330 EC ( $0,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), Alert 375 SC ( $1,0 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), Amistar 250 SC ( $0,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) + Artea 300 EC ( $0,4 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) [12].

Ocenę wartości siewnej wykonano według metod stosowanych w Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa oraz zgodnie z wytycznymi ISTA [5]. W badaniach uwzględniono: pierwsze liczenie, zdolność kiełkowania oraz testy wigorowe: test wzrostu siewki, test szybkości wzrostu siewki, test Hiltnera, test kompleksowego stresu, test elektroprowadnictwa. Ponadto oznaczono długość korzeni oraz liczbę korzeni na 25 ziarniakach w 4 powtórzeniach.

Wykonanie testu wzrostu siewki polegało na przeprowadzeniu testu rulonowego w 4 powtórzeniach. Każdy z rulonów składał się z 3 warstw zwilżonej bibuły filtracyjnej (2 warstwy jako podłoże i 1 warstwa przykrywająca) o rozmiarach 30 cm x 45 cm. Na arkuszu bibuły umieszczano 25 ziarniaków, które następnie przykrywano warstwą bibuły i całość zwijano w rulony. Rulony umieszczano w szafie termostatycznej „ST 5+”, w temperaturze i czasie optymalnym dla oceny kiełkowania tego gatunku. Po tym okresie dokonywano pomiarów długości siewek normalnych.

Test szybkości wzrostu siewki wykonywano jako kontynuację testu wzrostu siewki, po czym siewki normalne z każdego rulonu poddawano suszeniu w temperaturze  $80^\circ\text{C}$  przez 24h, a następnie ważeniu.

W celu przeprowadzenia testu Hiltnera użyto 1100 g sterylnej gruzu ceglanego, do którego dodano 50 ml wody, wymieszano i pozostawiono na 1 godzinę. Plastikowe pudełko wyłożono trzycentymetrową warstwą przygotowanego gruzu. Wysiano 100 sztuk ziarniaków, unikając ich dotykania, by zapobiec zakażeniu, następnie przykryto trzycentymetrową warstwą takiego samego gruzu. Pudełko umieszczono w termostacie w temperaturze  $20^\circ\text{C}$ , w ciemności, na 14 dni, po tym czasie liczono siewki, które przebiły się przez gruz.

Do wykonania testu wigorowego stresu kompleksowego odliczano 200 sztuk ziarniaków czystych, które następnie moczone w wodzie przez 48 godzin w  $25^\circ\text{C}$  i przez 48 godzin w  $5^\circ\text{C}$ . Po zainicjowaniu stresu, ziarna poddawano kiełkowaniu w warunkach optymalnych dla badanego gatunku.

Pomiar elektroprowadnictwa wód zastoinowych dokonano za pomocą konduktometru mikrokomputerowego CC-551 firmy Elektron. Zważone z dokładnością do  $0,01\text{g}$  próby ziaren (50 sztuk z każdego poletka) umieszczano w zlewkach o pojemności  $400 \text{ cm}^3$  i zalewano wodą dejonizowaną w objętości  $250 \text{ cm}^3$ . Zlewki pozostawiano w termostacie w temperaturze  $20^\circ\text{C}$ , a następnie po 24 h dokonano odczytu.

## 3. Wyniki i dyskusja

W rolnictwie ekologicznym, wymagania dotyczące jakości materiału siewnego są większe niż w rolnictwie konwencjonalnym, co wynika z zakazu stosowania systemicznych zapraw, chemicznego zwalczania chorób, herbicydów oraz wykluczenia nawozów azotowych [14]. Nasiona przeznaczone do siewu powinny charakteryzować się masą tysiąca ziaren powyżej 40g i zdolnością kiełkowania na poziomie 95% [9].

Ocena wartości siewnej materiału pozyskiwanego z upraw ekologicznych przeprowadzana na rzecz Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi w latach 2007-2009 przez wybrane jednostki badawcze, wykazuje znaczne zróżnicowanie uzyskiwanych wyników, co wskazuje na dalsze potrzeby badań w tym zakresie. W 2007 roku zdolność kiełkowania nasion zbóż jarych: jęczmienia, owsa i pszenicy wyprodukowanych na plantacjach nasiennych była zależna od odmiany oraz roku zbioru i dla około 70% badanych prób była wyższa niż 85% [11].

Natomiast analiza zdolności kiełkowania wykonana w 2008 r. wykazała, że żadna z badanych prób nasion wszystkich odmian badanych gatunków nie spełniała wymagań stawianych dla materiału kwalifikowanego. Stwierdzono, że najslabiej kiełkowały ziarniaki owsa odmiany Polar – średnio 54,7%, zaś najwyższe wartości tego parametru uzyskano dla pszenicy odmiany Torka (80,7%) [3]. Ocena zdolności kiełkowania w 2009 wykazała, że dwie z badanych próbek nasion nie spełniały wymagań dla materiału kwalifikowanego. Dotyczyło to łubinu wąskolistnego – 7,3%, oraz owsa odmiany Polar – 79,3%. Pozostałe próbki materiału siewnego zbóż kiełkowały na poziomie 92,0-92,7% [4].

Badania Borówcza i in. [1] oraz Borówcza i Rębarz [2] wykazują, że można oczekiwać wyższej zdolności kiełkowania ziarna u jęczmienia jarego pochodzącego z ekologicznego systemu uprawy.

Panasiewicz i in. [13], porównując ziarno z systemu ekologicznego i konwencjonalnego, wykazali istotne obniżenie zdolności kiełkowania tego gatunku w przypadku metody ekologicznej.

Analiza wyników własnych wykazała brak istotnego wpływu systemu uprawy na podstawowe parametry wartości siewnej ziarna pszenicy ozimej. Średnio dla trzyletniego okresu badań, zdolność kiełkowania ziarna pochodzącego z uprawy ekologicznej wynosiła 95%, a z uprawy konwencjonalnej 93%. Ziarno spełniało wymóg jakościowy dla materiału kwalifikowanego, który dla zbóż wynosi 85%. W dwuletnim okresie badań odnotowano jedynie tendencje nieco wyższej energii kiełkowania oraz wyższy udział ziarniaków anormalnie kiełkujących, a mniejszy udział ziarniaków zdrowych niekiełkujących w systemie ekologicznym (tab. 1).

Tab. 1. Wartość siewna ziarna pszenicy ozimej w zależności od systemu uprawy, gęstości siewu i odmiany  
Table 1. Sowing value of winter wheat depending on crop production system, sowing density and variety

Czynnik /Factor	Poziom /Level	Energia kiełkowania /Germination energy [%]	Zdolność kiełkowania /Germination capacity [%]	Udział anormalnie kiełkujących ziarniaków /Percentage of healthy and not germinated kernels [%]	Udział ziarniaków zdrowych niekiełkujących /Percentage of abnormally germinating kernels [%]
System uprawy /Crop production system	zgodny z ekologicznym /in accordance with organic	86,6*	95,2**	1,4*	1,7*
	konwencjonalny /conventional	85,2	93,3	1,1	2,9
NIR <sub>0,05</sub> -LSD <sub>0,05</sub>					
Gęstość siewu /Density of sowing	zagęszczony /heavy seeding	85,1	94,0	0,5	2,4
	standardowy /standard seeding	86,7	94,5	2,0	2,2
NIR <sub>0,05</sub> -LSD <sub>0,05</sub>					
Odmiana /Variety	Mewa	87,0	95,0	1,0	2,5
	Wydma	84,9	93,5	1,5	2,1
NIR <sub>0,05</sub> -LSD <sub>0,05</sub>					

\* energia kiełkowania, udział anormalnie kiełkujących ziarniaków, udział ziarniaków zdrowych niekiełkujących dla lat 2008-2009, /germination energy, percentage of abnormally germinating kernels, percentage of healthy and not germinated kernels for years 2008-2009

\*\* zdolność kiełkowania dla lat 2007-2009, /germination capacity for years 2007-2009

r.n. – różnice nieistotne /not significant differences

Zagęszczenie siewu powodowało jedynie istotnie mniejszy udział ziarniaków anormalnie kiełkujących. Natomiast różnicowanie odmian nie modyfikowało jakości siewnej ziarna omawianego gatunku.

W badaniach własnych system uprawy istotnie modyfikował wigor ziarna pszenicy ozimej (tab. 2). Wyższe wartości testu wzrostu siewki, testu szybkości wzrostu siewki, testu Hiltnera i indeksu wigoru odnotowano w konwencjonalnym systemie uprawy. Również ocena systemu korzeniowego wykazała, że siewki ziarniaków pochodzące z systemu konwencjonalnego wytwarzały większą liczbę i długość korzonków.

Tab. 2. Wigor ziarna pszenicy ozimej w zależności od systemu uprawy, gęstości siewu i odmiany  
Table 2. Vigor of winter wheat depending on crop production system, sowing density and variety

Czynnik /Factor	Poziom /Level	Test wzrostu siewki /Seedling growth test [cm]	Test szybkości wzrostu siewki /Seedling growth rate test [mg]	Test stresu kompletnego /Test comprehensive stress [%]	Test Hiltnera [%]	Indeks wigoru /Index of vigor	Test elektroprzewodnictwa /Conductivity test [ $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ]	Długość korzonków /Length of seedling roots [cm]	Liczba korzonków /Number of seedling roots
System uprawy /Crop production system	zgodny z ekologicznym /in accordance with organic	7,41	6,02	93,8	66,2	703	15,5	9,71	3,8
	konwencjonalny /conventional	8,99	6,87	94,1	70,5	848	15,1	11,2	4,2
NIR <sub>0,05</sub> -LSD <sub>0,05</sub>									
Gęstość siewu /Density of sowing	zagęszczony /heavy seeding	8,10	6,45	94,4	70,1	763	15,2	10,5	4,0
	standardowy /standard seeding	8,30	6,43	93,4	66,6	787	15,4	10,3	4,0
NIR <sub>0,05</sub> -LSD <sub>0,05</sub>									
Odmiana /Variety	Mewa	8,71	6,38	94,7	74,7	827	14,6	10,3	4,1
	Wydma	7,69	6,50	93,1	62,0	723	16,0	10,5	3,9
NIR <sub>0,05</sub> -LSD <sub>0,05</sub>									

r.n. – różnice nieistotne /not significant differences

Zbliżony wpływ systemu uprawy na wigor ziarna jęczmienia jarego wykazali Panasiewicz i in. [13]. Autorzy stwierdzili, że wyższe parametry zdolności kiełkowania oraz wigoru wyrażonego testem wzrostu siewki, testem szybkości wzrostu siewki, testem Hiltnera i indeksem wigoru wykazywało ziarno z uprawy konwencjonalnej.

W badaniach nie odnotowano natomiast istotnego wpływu gęstości siewu na wigor omawianego gatunku, w których można stwierdzić, że spośród dwóch ocenianych odmian, Mewa cechowała się wyższym wigorem wyrażonym dłuższą średnią długością siewki, mniejszą konduktometrią, wyższym indeksem wigoru oraz większą zdolnością kiełkowania ocenianą w teście Hiltnera i teście stresu kompleksowego.

Według Stalengi [16], odmianami pszenicy ozimej bardziej przydatnymi do uprawy w rolnictwie ekologicznym są jakościowe odmiany Zyta i Sukces, a także oścista odmiana Mewa. Dawne odmiany pszenicy ozimej mają ograniczoną przydatność do uprawy w tym systemie ze względu na wyraźnie niższą wydajność oraz większą podatność na porażenie aparatu asymilacyjnego przez patogeny grzybowe.

#### 4. Wnioski

1. System uprawy nie wpływał istotnie na energię kiełkowania oraz zdolność kiełkowania, ale różnicował wielkość parametrów wigoru ziarna badanych odmian pszenicy ozimej.
2. Zagęszczenie siewu pszenicy ozimej powodowało jedynie zmniejszenie udziału ziarniaków anormalnie kiełkujących.
3. Odmiana Mewa charakteryzowała się wyższymi parametrami wigoru wyrażonymi w teście wzrostu siewki, teście elektroprzewodnictwa, indeksem wigoru oraz wyższą zdolnością kiełkowania ocenianą w teście Hiltnera i teście stresu kompleksowego.

#### 5. Literatura

- [1] Borówcak F., Grześ S., Rębarz K.: Wpływ deszczowania i systemu uprawy na elementy plonowania i jakość materiałów siewnych pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i grochu. *J. Res. Appl. Agric. Engng*, 2003, Vol. 48(3): 38-42.
- [2] Borówcak F., Rębarz K.: Wpływ deszczowania i systemu uprawy na elementy plonowania i wartość siewną ziarna jęczmienia jarego. *J. Res. Appl. Agric. Engng*, 2008, Vol. 53(3): 27-31.
- [3] IHAR 2008. Sprawozdanie z prowadzenia w 2008 r. badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego w zakresie produkcji roślinnej pt: Badania wartości siewnej i użytkowej odmian

zbóż i ziemniaków w warunkach plantacji nasiennych gospodarstw ekologicznych oraz ocena przydatności gatunków i odmian roślin rolniczych do produkcji ekologicznej. [http://www.ihar.edu.pl/odmiany\\_zboz.php?str=166](http://www.ihar.edu.pl/odmiany_zboz.php?str=166). 31.05.2011.

- [4] IHAR 2009. Sprawozdanie z prowadzenia w 2009 r. badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego w zakresie produkcji roślinnej pt: Badania wartości siewnej i użytkowej odmian zbóż i ziemniaków w warunkach plantacji nasiennych gospodarstw ekologicznych oraz ocena przydatności gatunków i odmian roślin rolniczych do produkcji ekologicznej. <http://www.ihar.edu.pl/img/7f6d4278.pdf>. 31.05.2011.
- [5] ISTA. Międzynarodowe Przepisy Oceny Nasion. Wydanie 2006.
- [6] Jaczewska-Kalicka A. Stan fitosanitarny pszenicy ozimej uprawianej w systemie konwencjonalnym i ekologicznym. *Zesz. Nauk. AR Wrocław.*, 2006, LXXXVII(540): 188-192.
- [7] Kuś J., Jończyk K., Stalenga J., Feledyn-Szewczyk B., Mróz A.: Plonowanie wybranych odmian pszenicy ozimej w uprawie ekologicznej i konwencjonalnej. *J. Res. Appl. Agric. Engng*, 2010, Vol. 55(3): 219-223.
- [8] Kuś J., Mróz A., Jończyk K.: Nasilenie chorób grzybowych wybranych odmian pszenicy ozimej w uprawie ekologicznej. *J. Res. Appl. Agric. Engng*, 2006, Vol. 51(2), s. 88-93.
- [9] Kuś J., Jończyk K.: Uprawa zbóż w gospodarstwach ekologicznych – pszenica ozima. Materiały dla rolników. KCRE – RCDRRiOW, Radom, 2003: 24 ss.
- [10] Mason, H. E., Spaner, D.: Competitive ability of wheat in conventional and organic management systems: A review of the literature. *Can. J. Plant Sci.*, 2006, 86: 333-343.
- [11] Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Sprawozdanie z prowadzenia w 2008 r. badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego w zakresie produkcji roślinnej pt.: Badania wartości siewnej i użytkowej odmian zbóż i ziemniaków w warunkach plantacji nasiennych gospodarstw ekologicznych oraz ocena przydatności gatunków i odmian roślin rolniczych do produkcji ekologicznej. Warszawa, 2008.
- [12] Panasiewicz K., Koziała W., Krawczyk R.: Wartość siewna i wigor nasion wybranych gatunków roślin uprawianych w systemach ekologicznym i konwencjonalnym. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia, 2009, 6:19-26.
- [13] Panasiewicz K., Koziała W., Krawczyk R.: Porównanie wartości siewnej i wigoru ziarna jęczmienia jarego uprawianego zgodnie z systemem ekologicznym i konwencjonalnym. *J. Res. Appl. Agric. Engng*, 2010, Vol. 55(4): 42-45.
- [14] Petr J., Vavera R., Mičák L.: Yield formation in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in ecological agriculture. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 2008, 39(3): 245-251.
- [15] Rocznik Statystyczny Rolnictwa. GUS. 2010. [http://www.stat.gov.pl/gus/5840\\_4127\\_PLK\\_HTML.htm](http://www.stat.gov.pl/gus/5840_4127_PLK_HTML.htm) 31.05.2011.
- [16] Stalenga J.: Plonowanie, stan odżywienia oraz efektywność wykorzystania składników nawozowych przez dawne i współczesne odmiany pszenicy ozimej w ekologicznym systemie produkcji roślinnej. *J. Res. Appl. Agric. Engng*, 2009, Vol. 54(4): 106-119.