

## PLON I JAKOŚĆ ZIARNA WYBRANYCH ODMIAN PSZENICY JAREJ W ZALEŻNOŚCI OD DAWKI I TERMINU STOSOWANIA AZOTU

JAN BUCZEK, DOROTA BOBRECKA-JAMRO, WACŁAW JARECKI

*Katedra Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Rzeszowski*

buczekjan8@gmail.com

**Synopsis.** Eksperyment przeprowadzono w latach 2006–2008 na polu doświadczalnym w Krasnem k. Rzeszowa należącym do Stacji Dydaktyczno-Badawczej Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego. Celem badań było porównanie wpływu zróżnicowanych dawek i sposobów stosowania azotu na wielkość, strukturę plonu i jakość ziarna dwóch odmian pszenicy jarej. Plony ziarna odmian pszenicy istotnie wzrastały wraz z dawką nawożenia azotem. Najwyższy plon ziarna pszenicy jarej, średnio 6,63 t·ha<sup>-1</sup>, otrzymano po zastosowaniu dawki 150 kg·ha<sup>-1</sup> azotu a najniższy – 4,44 t·ha<sup>-1</sup> po nawożeniu dawką 90 kg N·ha<sup>-1</sup>. Nawożenie obu odmian pszenicy w dawkach 120 i 150 kg N·ha<sup>-1</sup> aplikowanych w dwóch terminach spowodowało większy przyrost plonu ziarna i elementów plonowania, niż po trzykrotnym stosowaniu azotu. Zarówno u odmiany Radunia jak i Tybalt nawożonej dawką 150 kg N·ha<sup>-1</sup>, w równo dzielonych dawkach po 50 kg N·ha<sup>-1</sup>, stosowanych w trzech terminach (przed siewem, w fazie krzewienia i kłoszenia), stwierdzono korzystniejsze wskaźniki jakości ziarna. Nie wykazano jednoznacznie wpływu dawek 90 i 120 kg N·ha<sup>-1</sup> stosowanych w dwóch lub trzech terminach na poprawę analizowanych cech jakościowych ziarna odmian pszenicy jarej.

**Słowa kluczowe** – *key words*: pszenica jara – *spring wheat*, plon – *yield*, komponenty plonu – *yield components*, jakość ziarna – *quality of grain*, azot – *nitrogen*, dawka – *dose*

### WSTĘP

Efektywność wykorzystania dawek azotu przez pszenice jakościowe w tym jare zależy od genetycznego uwarunkowania danej odmiany oraz od współdziałania wielu czynników zarówno siedliskowych jak i agrotechnicznych. Uwzględniając w badaniach wymienione czynniki wielu autorów przyjmuje za właściwy poziom nawożenia pszenicy jarej w zakresie od 50 do 120 kg N·ha<sup>-1</sup>, przy czym maksymalna optymalna dawka nie powinna przekroczyć 160 kg N·ha<sup>-1</sup> [Borkowska i in. 2002, Fotyma i Fotyma 2005, Garrido-Lestache i in. 2004, Gąsiorowska i in. 2006].

Stosowanie wyższych dawek azotu pod pszenicę jarą w dwóch lub trzech dawkach dzielonych dostosowanych odpowiednio do rytmu wzrostu i rozwoju oraz potrzeb roślin ma na celu nie tylko poprawę plonowania, ale również uzyskanie wysokiej wartości użytkowej ziarna [Guttieri i in. 2005, Sułek i Podolska 2008, Waclawowicz i in. 2005].

Wyższe nawożenie azotem, zwłaszcza w fazie formowania ziarna, wpływa na jego wypełnienie oraz poprawia cechy jakościowe, wzrasta zawartość białka ogólnego oraz glutenu mokrego w ziarnie pszenicy [Budzyński i Bielski 2008, Podolska 2008]. Zróżnicowaniu z tendencją wzrostową w zależności od wysokości nawożenia azotem ulega wartość wskaźnika sedymentacji, natomiast wpływ dawki i terminu azotu na wysokość liczby opadania jest zwykle

nieistotny, choć zależny od warunków pogodowych w okresie wegetacji pszenicy [Borkowska i in. 2003, Stankowski in. 2008].

Celem przeprowadzonych badań było porównanie wpływu zróżnicowanych dawek i sposobów stosowania azotu na wielkość, strukturę plonu i jakość ziarna dwóch odmian pszenicy jarej.

## MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w latach 2006–2008 na polach Stacji Dydaktyczno-Badawczej Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego w Krasnem k. Rzeszowa (50°03' N, 22°06' E).

Doświadczenie zlokalizowane na glebie brunatnej wytworzonej z lessu, zaliczanej do klasy bonitacyjnej IIIa, kompleksu pszennego dobrego. Gleba charakteryzowała się odczynem lekko kwaśnym ( $\text{pH}_{\text{KCl}} = 6,3$ ), a zawartość (w warstwie 0–25 cm) fosforu wynosiła 181,0  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , potasu 160,7  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , magnezu 13,8  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , N ogólnego 0,75  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

Doświadczenie założono metodą split-plot z obiektem kontrolnym w czterech powtórzeniach a powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 15  $\text{m}^2$ .

Czynnikami doświadczenia były:

A – odmiany pszenicy jarej: Radunia i Tybalt

B – poziomy nawożenia azotem (90, 120 i 150  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) stosowanego w następujących kombinacjach:

I – obiekt kontrolny – bez nawożenia azotem

II – 90  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  (45+45)

III – 90  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  (30+30+30)

IV – 120  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  (60+60)

V – 120  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  (40+40+40);

VI – 150  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  (75+75)

VII – 150  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  (50+50+50)

Z wyjątkiem obiektu kontrolnego, azot (w formie 34% saletry amonowej) w okresie wegetacji pszenicy stosowano w dwóch (przed siewem, faza strzelania w źdźbło – BBCH 30) i w trzech dawkach (przed siewem, faza strzelania w źdźbło – BBCH 30 i faza kłoszenia – BBCH 50).

Siew odmian pszenicy jarej w latach badań, w ilości 500 kielkujących ziaren  $\text{m}^{-2}$ , przeprowadzono w pierwszej połowie kwietnia. Przed siewem ziarno zaprawiono stosując zaprawę Oxafun T 75 DS/WS w dawce 200  $\text{g}\cdot 100 \text{ kg}^{-1}$  ziarna. Przedplonem odmian pszenicy jarej był rzepak jary, po zbiorze którego wykonano standardowe uprawki poźniwne i przedzimowe, a przed siewem pszenicy – uprawki wiosenne. Przed wykonaniem uprawy wiosennej wysiano nawozy fosforowe i potasowe w dawkach 30  $\text{kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$  i 75  $\text{kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$ . W okresie wegetacji stosowano zwalczanie chwastów (Lintur 70 WG – 150  $\text{dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ ), chorób (Falcon 460 EC – 0,8  $\text{dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ , Artea 330 EC – 0,5  $\text{dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i szkodników (Karate Zeon 100 CS – 1,0  $\text{dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Plon ziarna z ha określono na podstawie zbioru z poletka po przeliczeniu na 15% wilgotności. Na podstawie pomiarów biometrycznych 10 roślin pobranych w dwóch powtórzeniach z poletka ustalono takie elementy plonowania, jak liczbę kłosów na 1  $\text{m}^2$ , liczbę ziaren w kłosie i masę 1000 ziaren.

W próbkach ziarna pszenicy oznaczono: liczbę opadania – metodą Hagberga-Pertena (PN-ISO 3093), zawartość białka w ziarnie metodą Kjeldahla ( $\% \text{N} \times 5,7$ ; PN-75A-04018), zawartość glutenu (PN-A-74-043) oraz wskaźnik sedymentacji – metodą Zelenyego (PN-ISO 5529).

Wyniki oznaczeń opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji wykorzystując program ANALWAR–5FR. Porównanie średnich przeprowadzono w oparciu o test Tukeya przy  $p = 0,05$ .

Warunki pogodowe w okresie wzrostu i rozwoju pszenicy jarej w poszczególnych latach badań były zmienne (tab. 1). Okres wegetacji w roku 2006 charakteryzował się najmniejszą średnią temperaturą powietrza a z kolei największą sumą opadów. W tym okresie średnia temperatura powietrza była zbliżona do temperatury wieloletniej natomiast suma opadów przewyższała wielolecie o 139,5 mm, przy czym nadmiar opadów występował od maja aż do sierpnia. W roku 2007 w okresie wegetacji spadło 346,5 mm, a średnia temperatura powietrza była najwyższa w trzyletnim okresie badań a szczególnie wysoką temperaturę w porównaniu z wielolecie zanotowano w lipcu i sierpniu. Najkorzystniejsze warunki wegetacji pszenicy, zbliżone najbardziej do średnich wieloletnich wystąpiły w roku 2008, średnia temperatura powietrza wynosiła 15,3°C, a suma opadów 381,6 mm.

Tabela 1. Warunki meteorologiczne w okresie badań  
Table 1. Meteorological conditions during the study

Rok – Year	Miesiąc – Month					Średnia/Suma Mean/Sum
	IV	V	VI	VII	VIII	
Temperatura – Temperature (°C)						
2006	9,1	13,9	16,8	19,8	17,5	15,4
2007	8,9	16,3	18,5	19,9	20,0	16,7
2008	9,1	13,6	16,1	18,9	18,8	15,3
Średnia z lat 1972–2004 Mean from 1972–2004	8,4	13,2	16,5	18,0	17,6	14,7
Opady – Rainfall (mm)						
2006	48,4	105,1	109,6	109,1	123,9	496,1
2007	27,3	49,3	95,6	87,3	87,0	346,5
2008	45,3	85,3	86,7	89,0	75,3	381,6
Średnia z lat 1972–2004 Mean from 1972–2004	47,3	68,0	77,0	90,0	74,3	356,6

## WYNIKI I DYKUSJA

Analiza wariancji wykazała istotny wpływ lat badań, odmian oraz nawożenia azotowego na plon ziarna badanych odmian pszenicy jarej (tab. 2). Zmienne warunki meteorologiczne w okresie badań zdecydowały o zróżnicowanym plonowaniu pszenicy jarej. Istotnie największy plon ziarna odmian pszenicy, średnio 5,64 t·ha<sup>-1</sup> odnotowano w roku 2008, charakteryzującym się rozkładem opadów i temperaturą zbliżoną do średnich wieloletnich. W porównaniu z plonem zebrany w roku 2006 różnica w plonie wynosiła 0,94 t·ha<sup>-1</sup> i 0,43 t·ha<sup>-1</sup> w roku 2007. Zarówno odmiana Radunia i Tybalt wyżej plonowały w roku 2008 niż w roku 2006 i 2007.

Plony pszenicy istotnie wzrastały wraz z dawką nawożenia azotem. Najwyższy plon 6,63 t·ha<sup>-1</sup> i jego istotny przyrost w stosunku do kontroli stwierdzono, dla dawki 150 kg·ha<sup>-1</sup>

Tabela 2. Plon ziarna odmian pszenicy w zależności od dawki i terminu stosowania azotu ( $t \cdot ha^{-1}$ )  
 Table 2. Grain yield of wheat cultivars depending on nitrogen fertilization doses and time of its application ( $t \cdot ha^{-1}$ )

Odmiana <i>Cultivar</i>	Lata <i>Years</i>	Nawożenie azotem – <i>Nitrogen fertilization</i> ( $kg N \cdot ha^{-1}$ )							Średnio <i>Mean</i>
		I*	II	III	IV	V	VI	VII	
Radunia	2006	3,59	4,13	4,24	5,22	4,68	6,36	5,71	4,85
	2007	3,89	4,48	4,62	5,81	5,46	6,77	6,25	5,33
	2008	4,25	5,05	5,39	6,06	5,67	7,14	6,71	5,75
Średnio – <i>Mean</i>		3,91	4,55	4,75	5,70	5,27	6,76	6,22	5,31
Tybalt	2006	3,30	3,87	3,94	4,88	4,36	6,07	5,44	4,55
	2007	3,56	4,25	4,34	5,60	5,23	6,49	6,14	5,09
	2008	4,01	4,87	5,03	5,89	5,58	6,96	6,35	5,53
Średnio – <i>Mean</i>		3,62	4,33	4,44	5,46	5,06	6,51	5,98	5,06
Średnio <i>Mean</i>	2006	3,45	4,00	4,09	5,05	4,52	6,22	5,58	4,70
	2007	3,73	4,37	4,48	5,71	5,35	6,63	6,20	5,21
	2008	4,13	4,96	5,21	5,98	5,63	7,05	6,53	5,64
Średnio – <i>Mean</i>		3,77	4,44	4,59	5,58	5,17	6,63	6,10	5,18

NIR<sub>0,05</sub> – LSD<sub>0,05</sub>: nawożenie azotem – *nitrogen fertilization* – 0,41; odmiany – *cultivars* – 0,20; lata – *years* – 0,39; nawożenie azotem x odmiany – *nitrogen fertilization x cultivars* – 0,22; nawożenie azotem x lata – *nitrogen fertilization x years* – 0,34; odmiany x lata – *cultivars x years* – 0,25

I\* – kontrola – *control*, II – 90 (45+45), III – 90 (30+30+30), IV – 120 (60+60), V – 120 (40+40+40), VI – 150 (75+75), VII – 150 (50+50+50)

r.n. – różnice nieistotne – *non significant differences*

azotu a odpowiednio najniższy  $4,44 t \cdot ha^{-1}$  uzyskano przy nawożeniu dawką  $90 kg N \cdot ha^{-1}$ . Niższy poziom plonowania pszenicy jarej (od  $4,86$  do  $5,52 t \cdot ha^{-1}$ ) w zależności od wzrastających dawek azotu ( $60, 100, 150$  i  $200 kg \cdot ha^{-1}$ ) i nawożenia organicznego uzyskali Waclawowicz i in. [2005]. W badaniach Gąsiorowskiej i in. [2006] każdy kolejny poziom nawożenia azotem odmian pszenicy jarej (stosowano od  $40$  do  $160 kg N \cdot ha^{-1}$ ) dawał istotnie większy plon ziarna, przy czym najwyższy uzyskano z kombinacji nawożonej dawką  $160 kg N \cdot ha^{-1}$  i  $60 kg N \cdot ha^{-1}$  + nawożenie dolistne. Natomiast według Borkowskiej i in. [2002] wzrastające dawki azotu nie powodowały istotnego zwiększenia plonu ziarna odmian pszenicy jarej, ale można wskazać na pewną tendencję wzrostową po zastosowaniu  $150 kg N \cdot ha^{-1}$  w porównaniu z dawkami  $50$  i  $100 kg N \cdot ha^{-1}$  (wzrost plonu o  $0,21 t \cdot ha^{-1}$ ).

Porównując sposoby stosowania azotu w badaniach własnych, stwierdzono istotny wpływ na plon ziarna dawek  $120$  i  $150 kg \cdot ha^{-1}$  aplikowanych w dwóch terminach niż po trzykrotnym ich stosowaniu. Różnica ta u odmiany Radunia wynosiła  $8,1\%$ , a u odmiany Tybalt  $7,9\%$  dla dawki  $120 kg N \cdot ha^{-1}$  oraz  $8,8\%$  u odmian Radunia i Tybalt dla dawki  $150 kg N \cdot ha^{-1}$ . Natomiast różnica w plonie ziarna przy dawce  $90 kg N \cdot ha^{-1}$ , aplikowanej dwu lub trzykrotnie w przypadku obu odmian pszenicy była nieistotna. Podolska [2008] uważa, że dla wielkości plonu pszenicy ważna jest zarówno dawka, jak i sposób aplikacji azotu. Stosując w pszenicy ozimej

120 kg N·ha<sup>-1</sup> dwukrotnie w dawkach po 60 kg N·ha<sup>-1</sup>, autorka uzyskała wyższe plony niż po trzykrotnej aplikacji tej dawki. Również Sułek i Podolska [2008] potwierdzają wyższą efektywność plonotwórczą azotu w pszenicy jarej (stosowano 90 i 180 kg N·ha<sup>-1</sup>) z podziałem na dwie dawki w porównaniu z obiektami nawożonymi takimi samymi dawkami w trzech terminach. Budzyński i Bielski [2008] podają natomiast, że przy wysokich dawkach azotu 180 kg·ha<sup>-1</sup> w pszenicy ozimej, sposób podziału dawki nie różnicował istotnie plonu ziarna.

Analizując wybrane elementy składowe plonu w zależności od badanych czynników, stwierdzono istotnie większą masę 1000 ziaren (39,9 g) u odmiany Radunia, a mniejszą (38,1 g) u odmiany Tybalt (tab. 3). Masa tysiąca ziaren wzrastała istotnie wraz z dawką azotu, natomiast sposób jego stosowania nie miał wpływu na wartości tej cechy. Prawidłowość ta znalazła potwierdzenie w badaniach Gąsiorowskiej i in. [2006], a czego z kolei nie udowodniono w badaniach Borkowskiej i in. [2003].

Tabela 3. Elementy struktury plonu odmian pszenicy w zależności od dawki i terminu stosowania azotu (średnie za lata 2006–2008)

Table 3. Grain yield component of wheat cultivars crop depending on nitrogen fertilization doses and time of its application (mean for years 2006–2008)

Odmiana Cultivar	Nawożenie azotem – Nitrogen fertilization (kg N·ha <sup>-1</sup> )							Średnio Mean
	I*	II	III	IV	V	VI	VII	
Masa 1000 ziaren – Weight of 1000 grains (g)								
Radunia	36,2	38,1	38,5	40,1	40,4	44,1	42,0	39,9
Tybalt	35,6	36,1	36,7	38,3	38,5	41,0	40,2	38,1
Średnio–Mean	35,9	37,1	37,6	39,2	39,5	42,6	41,1	–
NIR <sub>0,05</sub> –LSD <sub>0,05</sub> : nawożenie azotem – nitrogen fertilization – 1,5; odmiany – cultivars – 1,8; interakcja – interaction – r.n.								
Liczba kłosów (szt.·m <sup>-2</sup> ) – Number of ears per·m <sup>2</sup>								
Radunia	573	625	612	695	656	755	712	661
Tybalt	568	612	590	657	630	728	685	639
Średnio–Mean	571	619	601	676	643	742	699	–
NIR <sub>0,05</sub> –LSD <sub>0,05</sub> : nawożenie azotem – nitrogen fertilization – 30; odmiany – cultivars – 20; interakcja – interaction – 22								
Liczba ziaren w kłosie (szt.) – Number of grains per ear								
Radunia	27,2	29,1	29,5	32,5	30,7	34,5	32,2	30,8
Tybalt	26,1	27,4	27,7	30,7	29,3	32,2	30,5	29,1
Średnio–Mean	26,7	28,3	28,6	31,6	30,0	33,4	31,4	–
NIR <sub>0,05</sub> –LSD <sub>0,05</sub> : nawożenie azotem – nitrogen fertilization – 1,3; odmiany – cultivars – 1,2; interakcja – interaction – r.n.								

I\* – oznaczenia jak w tabeli 2 – explanation see table 2

r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

Wartość pozostałych elementów struktury plonu w istotny sposób zależała również od czynnika odmianowego. Odmiana Radunia wykształciła istotnie więcej kłosów (o 22 szt.) oraz związała istotnie więcej ziaren w kłosie (o 1,7 szt.) niż odmiana Tybalt. Liczba kłosów oraz liczba ziaren w kłosie wzrastały także wraz z dawką azotu, natomiast w odróżnieniu od masy tysiąca ziaren czynnikiem, który również istotnie różnicował te cechy był sposób stosowania azotu. Najwyższą obsadę kłosów oraz liczbę ziaren w kłosie stwierdzono na obiektach, na których stosowano 150 kg N·ha<sup>-1</sup> w dwóch i trzech terminach w porównaniu z obiektami nawożonymi 120 a zwłaszcza 90 kg N·ha<sup>-1</sup> oraz w stosunku do obiektu kontrolnego. Ponadto wykazano, że wartości tych elementów struktury plonu były istotnie wyższe dla dawek 120 i 150 kg N·ha<sup>-1</sup>, gdy aplikowano je w trzech niż w dwóch terminach. Korzystny wpływ stosowanej w trzech terminach dawki 180 kg N·ha<sup>-1</sup> na krzewienie i obsadę kłosów pszenicy potwierdzili Sułek i Podolska [2008], natomiast nie stwierdzono oddziaływania tej dawki na liczbę ziaren z kłosa w porównaniu z dawką azotu 90 kg·ha<sup>-1</sup>. Z kolei badania Budzyński i Bielski [2008] wykazali istotny wzrost liczby ziaren w kłosie pszenicy ozimej dla dawki azotu 120 kg·ha<sup>-1</sup> w porównaniu z dawką 60 kg·ha<sup>-1</sup>.

Wzrastające poziomy nawożenia azotowego w obu odmianach pszenicy zwiększały zawartość białka, glutenu i wskaźnika sedymentacji (tab. 4). Odmiana Radunia charakteryzowała się lepszymi cechami jakościowymi ziarna niż odmiana Tybalt. Znotowano istotny wzrost zawartości białka w ziarnie przy wszystkich dawkach azotu w porównaniu z obiektem kontrolnym. Najwyższą zawartość białka w ziarnie uzyskano, nawożąc pszenicę azotem w dawce 150 kg·ha<sup>-1</sup>, dla obu terminów nawożenia 140 i 146 g·kg<sup>-1</sup>, a najniższą, gdy stosowano dawkę 90 kg·ha<sup>-1</sup> – odpowiednio 118 i 123 g·kg<sup>-1</sup>. Zależność korelacyjną wpływu nawożenia azotem na zwiększenie zawartości białka w ziarnie jakościowych odmian pszenicy jarej wykazali Guttieri i in. [2005]

Podobnie jak zawartość białka wraz z podwyższaniem dawki azotu do 150 kg·ha<sup>-1</sup> istotnie wzrastały zawartości glutenu i wskaźnika sedymentacji. Wzrost zawartości tych wyróżników jakościowych ziarna dla dawki 150 kg N·ha<sup>-1</sup> stosowanej trzykrotnie w porównaniu do kontroli wynosił dla glutenu 39% i wskaźnika sedymentacji 25%, a dla aplikowanej dwukrotnie, odpowiednio 30 i 19%. Podobne zależności zauważyli Gąsiorowska i in. [2006], natomiast Stankowski i in. [2008] wykazali, że zwiększenie dawki azotu z 90 do 150 kg·ha<sup>-1</sup> spowodowało istotny wzrost zawartości białka i glutenu, przy czym dawka 180 kg N·ha<sup>-1</sup> przyczyniała się tylko do wzrostu glutenu i wskaźnika sedymentacji.

Wyższą zawartość białka, glutenu i wskaźnika sedymentacji uzyskano na obiektach nawożonych azotem w dawce 150 kg·ha<sup>-1</sup>, z podziałem na trzy części w porównaniu z obiektami nawożonymi taką samą dawką w dwóch terminach. Nie wykazano istotnego wpływu stosowania dawek 90 i 120 kg N·ha<sup>-1</sup> w dwóch lub trzech terminach na zawartości tych cech jakościowych w ziarnie odmian pszenicy jarej. Także badania Sułek i Podolskiej [2008] wskazują na korzystny wpływ wyższych dawek azotu (180 kg·ha<sup>-1</sup>) stosowanych w trzech terminach na wartości zarówno białka, glutenu i wskaźnika sedymentacji w ziarnie pszenicy jarej, czego nie potwierdzono dla dawki 90 kg N·ha<sup>-1</sup>.

Przebieg warunków pogodowych w okresie wegetacji odmian pszenicy jarej istotnie wpłynął na analizowane cechy jakościowe ziarna. Najwyższą wartością badanych wyróżników jakościowych charakteryzowało się ziarno w roku 2007 (rok ten cechował się niskimi opadami i dość wysoką temperaturą powietrza), istotnie mniejszą w roku 2008 a najmniejszą w roku 2006. Również w badaniach Garrido-Lestache i in. [2004] oraz Gąsiorowskiej i in. [2006] jakość ziarna pszenicy jarej była lepsza w latach o wysokiej temperaturze i niskich opadach.

Odmiana Tybalt charakteryzowała się wyższą liczbę opadania niż Radunia. Nie udowodniono istotnego wpływu dawek azotu na liczbę opadania, co potwierdzają również w badaniach Cacak-Pietrzak i in. [2008] oraz Stankowski i in. [2008].

Tabela 4. Cechy jakościowe ziarna i mąki odmian pszenicy w zależności od dawki i terminu stosowania azotu

Table 4. Quality traits of grain and flour of wheat cultivars depending on nitrogen fertilization doses and time of its application

Czynniki doświadczenia <i>Experimental factors</i>	Zawartość białka <i>Content of protein</i> (g·kg <sup>-1</sup> )	Zawartość glutenu <i>Gluten content</i> (%)	Liczba opadania <i>Falling number</i> (s)	Wskaźnik sedymentacji <i>Sedimentation value</i> (ml)
Lata – <i>Years</i>				
2006	117	24,0	366	71,2
2007	136	28,2	378	77,1
2008	132	25,3	390	74,3
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	11	2,5	11	2,5
Nawożenie azotem – <i>Nitrogen fertilization</i> (kg N·ha <sup>-1</sup> )				
Kontrola – <i>Control</i>	110	21,5	365	66,5
90 (45+45)	123	24,7	374	68,8
90 (30+30+30)	118	25,5	370	70,2
120 (60+60)	127	25,1	379	74,5
120 (40+40+40)	132	26,7	394	76,9
150 (75+75)	140	27,9	389	78,9
150 (50+50+50)	146	29,8	375	83,5
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	5	1,3	r.n.	4,4
Odmiany – <i>Cultivars</i>				
Radunia	135	26,8	375	75,4
Tybalt	122	24,9	381	73,0
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	9	1,4	r.n.	2,1

r.n. – różnice nieistotne – *non significant differences*

## WNIOSKI

1. Najwyższy plon ziarna pszenicy jarej 6,63 t·ha<sup>-1</sup> i jego istotny przyrost w stosunku do kontroli stwierdzono, dla dawki 150 kg·ha<sup>-1</sup> azotu a odpowiednio najniższy 4,44 t·ha<sup>-1</sup> uzyskano po nawożeniu dawką 90 kg N·ha<sup>-1</sup>.
2. Nawożenie w dawkach 120 i 150 kg N·ha<sup>-1</sup> aplikowanych w dwóch terminach spowodowało wzrost plonu ziarna i poprawę elementów jego struktury, zarówno odmiany Radunia jak i Tybalt, niż po trzykrotnym stosowaniu azotu.

3. Najlepsze wskaźniki jakości ziarna stwierdzono u odmian pszenicy nawożonej dawką azotu  $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  w równo dzielonych dawkach po  $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ , stosowanych w trzech terminach: przed siewem, w fazie krzewienia i kłoszenia.
4. Stosowanie dawek 90 i  $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  w dwóch lub trzech terminach nie wykazało jednoznacznie, który ze sposobów nawożenia wpływa na poprawę zawartości analizowanych cech jakościowych w ziarnie odmian pszenicy jarej.

### PIŚMIENNICTWO

- Borkowska H., Grundas S., Styk B. 2002. Wysokość i jakość plonów niektórych odmian pszenicy jarej w zależności od nawożenia azotowego. *Ann. UMCS, Sec. E.* 57: 99–103.
- Borkowska H., Grundas S., Styk B. 2003. Zmiany wybranych cech jakościowych ziarna kilku odmian pszenicy pod wpływem zróżnicowanego nawożenia azotowego. *Acta Agrophys.* 2(4): 717–723.
- Budzyński W., Bielski S. 2008. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 25(1): 27–38.
- Cacak-Pietrzak G., Sułek A., Ceglińska A. 2008. Wpływ substancji aktywnej i dawki herbicydu na plonowanie i cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej. *Fragm. Agron.* 25(1): 76–83.
- Fotyma E., Fotyma M. 2005. Parametry modelu optymalizacji dawek azotu pod pszenicę ozimą. *Naw. Nawoż./Fert. Fertiliz.* 1: 83–89.
- Garrido-Lestache E., Lopez-Bellido R.J., Lopez-Bellido L. 2004. Effect of N rate, timing and splitting and N type on bread-making quality in hard red spring wheat under rainfed Mediterranean conditions. *Field Crop Res.* 85: 213–236.
- Gąsiorowska B., Makarewicz A., Nowosielska A., Rymuza K. 2006. Efektywność produkcyjna nawożenia azotem różnych odmian pszenicy jarej. *Pam. Puł.* 142: 117–125.
- Guttieri M.J., McLean R., Stark J.C., Souza E. 2005. Managing irrigation and nitrogen fertility of hard spring wheats for optimum bread and noodle quality. *Crop Sci.* 45: 2049–2059.
- Podolska G. 2008. Wpływ dawki i sposobu nawożenia azotem na plon i wartość technologiczną ziarna odmian pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7(1): 57–65.
- Stankowski S., Smagacz J., Hury G., Ułasik S. 2008. Wpływ intensywności nawożenia azotem na jakość ziarna i mąki odmian pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7(3): 105–114.
- Sułek A., Podolska G. 2008. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy jarej odmiany Nawra w zależności od dawki i terminu stosowania azotu. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7(1): 103–110.
- Wacławowicz R., Parylak D., Śniady R. 2005. Następczy wpływ nawożenia organicznego oraz mineralnego azotowego na plonowanie oraz wybrane cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej. *Pam. Puł.* 139: 278–288.

J. BUCZEK, D. BOBRECKA-JAMRO, W. JARECKI

### YIELD AND QUALITY OF GRAIN OF SELECTED SPRING WHEAT CULTIVARS DEPENDING ON THE DOSE AND THE TIME OF NITROGEN APPLICATION

#### Summary

The research was carried in years 2006–2008 on the experimental field of the Research Station of the Biology and Agriculture Faculty of Rzeszów University. The goal of the research was to compare the influence of various doses and ways of application of nitrogen on size, yield structure and quality of grain of varieties of winter wheat. The yields of varieties of winter wheat grains considerably increased with the increase of applied nitrogen dose. The highest crop of winter wheat grains amounted to on average

6.63 t·ha<sup>-1</sup> for the dose 150 kg·ha<sup>-1</sup> of nitrogen and the lowest 4.44 t·ha<sup>-1</sup> was obtained with application of the dose 90 kg N·ha<sup>-1</sup>. Fertilization in the doses 120 and 150 kg N·ha<sup>-1</sup> applied twice resulted in the highest increase in grain yield and yield components of both varieties of wheat than after the application of nitrogen three times. Both varieties Radunia and Tybalt fertilized with the nitrogen dose 150 kg·ha<sup>-1</sup>, in the same doses 50 kg N·ha<sup>-1</sup> each, used three times (before sowing, during tillering phase and during heading phase) presented the better quality of grain. It was not proved that the doses 90 and 120 kg N·ha<sup>-1</sup> used three or two times improved the content of analyzed quality features in grains of winter wheat.