

¹ Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa –

Państwowy Instytut Badawczy w Puławach,

Zakład Uprawy Roślin Zbożowych, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

e-mail: aga@iung.pulawy.pl

² Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego

ul. Rakowiecka 36, Warszawa 02-532

GRAŻYNA PODOLSKA¹, JADWIGA ROTHKAEHL²,
WOJCIECH GÓRNIAK², SYLWIA STĘPNIEWSKA²

**Wpływ nawożenia azotem i gęstości siewu
na plon i wartość wypiekową pszenicy orkisz
(*Triticum aestivum*. ssp. *spelta*) odmiany Rokosz**

Effect of nitrogen levels and sowing density on the yield and banking quality
of spelt wheat (*Triticum aestivum*. ssp. *spelta*) cv. Rokosz

Streszczenie. Celem pracy było określenie poziomu plonowania i wartości technologicznej nowej polskiej odmiany pszenicy *Triticum aestivum* ssp. *spelta* L. o nazwie Rokosz w zależności od nawożenia azotem i gęstości siewu. Cel badawczy realizowano poprzez prowadzenie doświadczenia polowego i oznaczeń laboratoryjnych w latach 2006–2009 w ODR Szepietowo, miejscowość Kolanica, województwo podlaskie. Czynnikiem pierwszego rzędu była gęstość siewu. Uwzględniono 3 poziomy: $a_1 - 400 \text{ ziaren} \cdot \text{m}^{-2}$, $a_2 - 500 \text{ ziaren} \cdot \text{m}^{-2}$, $a_3 - 600 \text{ ziaren} \cdot \text{m}^{-2}$. Czynnikiem drugiego rzędu była dawka azotu. Uwzględniono 4 poziomy: $b_1 - 0 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (obiekt kontrolny), $b_2 - 40 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, $b_3 - 80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, $b_4 - 120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Stwierdzono wpływ gęstości siewu na poziom plonowania pszenicy orkiszowej i niektóre cechy jakościowe. Istotnie wyższy plon i lepszą jakość uzyskano, stosując wysiew w ilości $500 \text{ ziaren} \cdot \text{m}^{-2}$. Azot wpływał korzystnie na plon ziarna i cechy wartości wypiekowej: zawartość białka, ilość glutenu, wskaźnik sedymentacyjny, cechy reologiczne ciasta, negatywnie natomiast na indeks glutenu. Najkorzystniejsze wartości parametrów jakości otrzymano, stosując azot w ilości $80 \text{ i } 120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Słowa kluczowe: pszenica orkisz, nawożenie azotem, gęstość siewu, plon ziarna, wartość wypiekowa.

WSTĘP

Triticum aestivum ssp. *spelta*, znana pod nazwą orkisz, jest jednym z najstarszych podgatunków pszenicy zwyczajnej, który najprawdopodobniej powstał przez naturalne

skrzyżowanie gatunku ośca (*Aegilops squarrosa*) z gatunkiem pszenicy płaskurki (*Triticum dicoccum*). Pszenica orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) uprawiana była w Europie 9 tysięcy lat temu. W XIX w. i pierwszej połowie XX w. była uprawiana w niektórych rejonach Polski, przede wszystkim na Podkarpaciu. Z powodu słabej plenności, trudności podczas zbioru oraz niewymłacania ziarna została stopniowo zastąpiona przez nagoziarnistą pszenicę zwyczajną *Triticum aestivum* ssp. *vulgare*.

Jak wskazuje wiele badań, ziarno pszenicy orkisz jest bogatym źródłem składników odżywczych. Jej białko w porównaniu z białkiem pszenicy zwyczajnej ma korzystniejszy skład aminokwasowy oraz wyższą strawność. Ziarniaki mają większą zawartość tłuszczów ogółem oraz nienasyconych kwasów tłuszczowych. W porównaniu z pszenicą zwyczajną pszenica orkisz zawiera więcej witamin z grupy B oraz jest bogatsza w składniki mineralne. Uwzględnienie w diecie człowieka produktów z pszenicy orkisz obniża poziom cholesterolu w surowicy krwi, zapobiega atakom serca i powstawaniu nadciśnienia tętniczego krwi [Gálová i in. 2001, Kohajdova i Karovicova 2008, Trajer i Mieczkowski 2010, Zieliński i in. 2008].

Ponieważ ziarno pszenicy orkisz wykorzystywane jest do produkcji mąki i wypieku pieczywa, powinno charakteryzować się korzystnymi cechami technologicznymi, na które składa się wartość wypiekowa mąki i wartość przemiałowa ziarna. Istotne zatem jest danie odpowiedzi, jaki powinien być poziom czynników plonotwórczych, szczególnie nawożenia azotem i gęstości siewu, by uzyskać wysoki poziom plonowania i jakość umożliwiającą wykorzystanie ziarna pszenicy orkisz przez przemysł młynarski i piekarniczy.

Celem badań było określenie wpływu nawożenia azotem oraz gęstości siewu na poziom plonowania i wartość technologiczną ziarna i mąki nowej polskiej odmiany pszenicy orkisz *Triticum aestivum* ssp. *spelta* o nazwie Rokosz.

MATERIAŁ I METODY

W celu weryfikacji hipotezy badawczej w latach 2006–2009 założono w układzie podbloków losowanych (*split-plot*) dwuczynnikowe doświadczenie polowe w trzech powtórzeniach w miejscowości Kolnica (gmina Augustów, województwo podlaskie). Rośliną doświadczalną była pszenica orkisz odmiana Rokosz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.). Czynnikiem pierwszego rzędu była gęstość siewu. Uwzględniono 3 poziomy: $a_1 - 400$ ziaren $\cdot m^{-2}$, $a_2 - 500$ ziaren $\cdot m^{-2}$, $a_3 - 600$ ziaren $\cdot m^{-2}$. Czynnikiem drugiego rzędu była dawka azotu. Uwzględniono 4 poziomy: $b_1 - 0$ kg N $\cdot ha^{-1}$ (obiekt kontrolny), $b_2 - 40$ kg N $\cdot ha^{-1}$, $b_3 - 80$ kg N $\cdot ha^{-1}$, $b_4 - 120$ kg N $\cdot ha^{-1}$. Doświadczenie polowe założono na glebie brunatnej zaliczonej do kompleksu żyniego bardzo dobrego, klasa bonitacyjna – IVb o dobrej kulturze, odczyn gleby pH – 5,1. Przedplonem w 2006 r. był łubin wąskolistny, a w latach 2007 i 2008 mieszanka strączkowo-zbożowa. Ziarno przed siewem zaprawiono zaprawą Funaben T w dawce 200 g $\cdot 100$ kg $^{-1}$ ziaren. Siewu pszenicy orkisz dokonano 26 września 2006 r., 24 września 2007 r. i 26 września 2008 r. Powierzchnia poletka wynosiła 23,4 m 2 . W okresie wegetacji zastosowano następujące środki chemiczne: jesienią Cougar 600 SC w dawce 1,5 l $\cdot ha^{-1}$. Przedsięwzięcie stosowano nawożenie mineralne w formie superfosfatu potrójnego w dawce 70 kg $\cdot ha^{-1}$ oraz sól potasową w dawce 90 kg $\cdot ha^{-1}$. Zbiór ziarna pszenicy orkisz wykonywano w okresie doj-

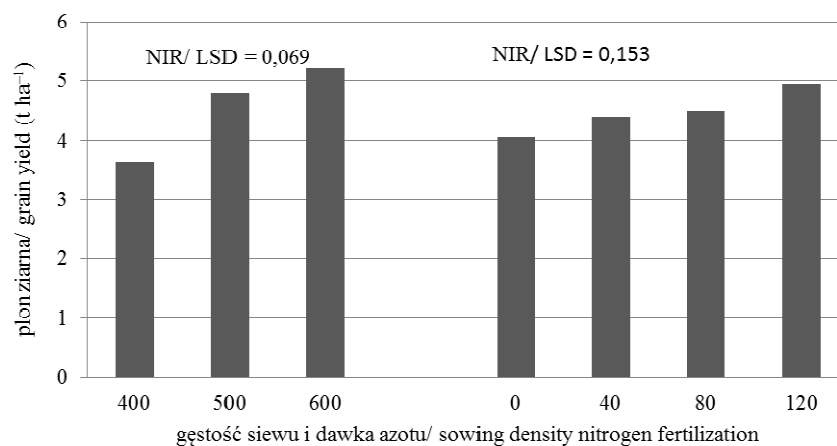
rzalności pełnej. Po zbiorze oznaczono plon ziarna. Ziarno poddano analizie laboratoryjnej w celu oznaczenia podstawowych wyróżników jakościowych charakteryzujących przydatność technologiczną ziarna i mąki.

Oznaczenia poszczególnych wyróżników jakościowych wykonano dla próbek ziarna orkiszu zgodnie z metodyką określoną w normach: PN-A-74041:1977, PN-ISO 7973:2001, PN-ISO 5530-4:2004, PN-ISO 5530-1:1999. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, stosując analizę wariancji. Istotność cech określono testem Tukeya dla poziomu ufności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Plon ziarna

Średnio w trzyleciu stwierdzono istotny wpływ czynników doświadczenia i ich współdziałanie w kształtowaniu wielkości plonu ziarna pszenicy orkiszu. Plon ziarna wzrastał wraz ze wzrostem gęstości siewu, z tym że istotna różnica wystąpiła między gęstością 400 a 500 ziaren $\cdot m^{-2}$, a dalsze zwiększenie gęstości siewu powodowało nieistotny wzrost plonu ziarna. W odniesieniu do plonu ziarna uzyskanego z poletek, gdzie stosowano 400 ziaren $\cdot m^{-2}$, plon ziarna na obiektach z gęstości 500 ziaren $\cdot m^{-2}$ wzrastał o 32%, a z gęstości 600 ziaren $\cdot m^{-2}$ o 43% (rys. 1).

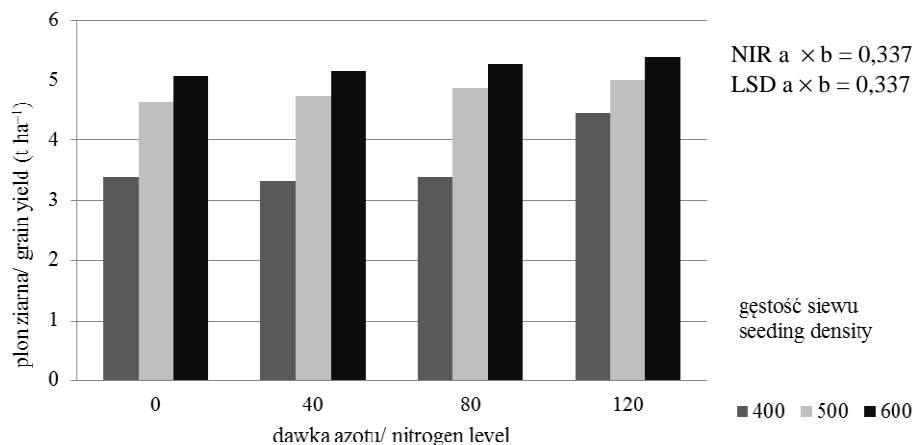


Rys. 1 Plonowanie pszenicy orkiszu odmiany Rokosz w zależności od gęstości siewu i poziomu nawożenia azotem (średnio w latach 2006–2009)

Fig. 1. Grain yield *Triticum aestivum* ssp. *spelta* depending on seeding rate and nitrogen fertilization (average from 2006–2009)

Inne wyniki uzyskali Bepirszcz i Budzyński [2011a], wykazując brak istotnego wpływu gęstości siewu w zakresie 350–550 ziaren $\cdot m^{-2}$ na plon orkiszu odmiany Szwa-benkorn, natomiast Troccoli i Codianni [2005] udowodnili zwiększenie plonu ziarna pszenicy orkiszu po zwiększeniu gęstości siewu ze 100 do 200 ziarniaków na m^2 .

Plon ziarna wzrastał wraz ze wzrostem dawki azotu do $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. W odniesieniu do obiektu kontrolnego plon z obiektów N_{40} , N_{80} i N_{120} był wyższy odpowiednio o 1%, 3%, i 13%. Podobne wyniki otrzymali Andruszczak i in. [2011], Bepirszcz i Budzyński [2011a], Podolska i Mikos [2010], Podolska i in. [2011], Sulewska [2004], Sulewska i in. [2008]. Andruszczak i in. [2011] stwierdzili istotny 8% wzrost plonu ziarna dwu odmian pszenicy orkisz – Schwabenkorn oraz Spelt I.N.Z. – na skutek zwiększenia dawki azotu z 60 do $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Również literatura zagraniczna wskazuje, że pszenica orkiszowa reaguje pozytywnie na dawkę azotu [Castagna i in. 1996, Rügger i Winzler 1993, Lacko-Bartošova i Otepka 2001].



Rys. 2 Interakcja gęstości siewu i poziomu nawożenia azotem w kształtowaniu wielkości plonu pszenicy orkisz odmiany Rokosz (średnio w latach 2006–2009)

Fig. 2. Interaction between seeding rate and nitrogen fertilization in grain yield of *Triticum aestivum* ssp. *spelta* cv. Rokosz (average from 2006–2009).

W prezentowanych badaniach stwierdzono interakcję czynników doświadczalnych w kształtowaniu plonu ziarna. Wskazuje ona, że przy ilości wysiewu $400 \text{ ziaren} \cdot \text{m}^{-2}$ najwyższy plon otrzymano z poletek nawożonych dawką $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Przy ilości wysiewu $500 \text{ ziaren} \cdot \text{m}^{-2}$, wystąpiła istotna różnica w poziomie plonowania pomiędzy obiektem kontrolnym a obiektem, na którym zastosowano $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast przy ilości $600 \text{ ziaren} \cdot \text{m}^{-2}$ dawka azotu nie miała wpływu na poziom plonowania pszenicy orkisz (rys. 2).

Cechy jakościowe ziarna

Dawka azotu nie miała wpływu na gęstość ziarna w stanie zsypanym, masę tysiąca ziaren, zawartość popiołu i liczbę opadania (tab. 1). Wzrost dawki azotu powodował wzrost zawartości białka. Istotny wzrost stwierdzono między obiektem kontrolnym i największą ilością zastosowanego azotu – $120 \text{ N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Zawartość białka wraz ze wzrostem dawki azotu w odniesieniu do poletek nienawożonych zwiększała się o: 0,6 p.p.,

1,8 pp. i 2,4 p.p. (tab. 1). Biel i in. [2010], badając wpływ takiej samej ilości azotu na skład chemiczny ziarna dwu niemieckich odmian orkisz, uzyskali podobne wyniki, wykazując, że pod wpływem zwiększonego nawożenia azotem nastąpił wzrost zawartości białka ogólnego w ziarnie z 133 na 179 g · kg⁻¹ s.m. Podobne wyniki wskazujące na wzrost zawartości białka wraz ze wzrostem dawki azotu uzyskali Rachoń i in [2013]. Wykazali, że zwiększenie nawożenia azotem z 70 do 140 kg N · ha⁻¹ powodowało u pszenicy orkisz wzrost zawartości białka o 1,8 p.p.

Tabela 1. Wpływ dawki azotu na cechy fizyczne i chemiczne ziarna pszenicy orkisz odmiany Rokosz

Table 1. Effect of nitrogen dose on physical and chemical characteristics of spelta variety Rokosz

Cecha Quality parameter	Dawka azotu/ Nitrogen dose (kg · ha ⁻¹)				NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	0	40	80	120	
Gęstość ziarna w stanie zsypanym Specific weight (kg · hl ⁻¹)	72,9	74,3	73,6	73,7	r.n.
Masa tysiąca ziaren Thousand kernel weight (g)	39,5	40,6	40,1	40,1	r.n.
Zawartość popiołu (% s.m.) Ash content (% d.m.)	1,9	1,8	1,8	1,9	r.n.
Liczba opadania Falling number (s)	297,2	315,0	309,6	307,7	r.n.
Zawartość białka (N × 5,7)(% s.m.) Protein content (N × 5.7)(% d.m.)	11,5	12,1	13,3	13,9	2,25
Ilość glutenu mokrego (%) Wet gluten content (%)	27,4	29,4	33,3	35,5	7,04
Ilość glutenu suchego (%) Dry gluten content (%)	8,6	9,3	10,5	11,2	2,22
Indeks glutenu Gluten index	41,3	40,9	34,2	32,1	6,83
Rozpływalność glutenu Gluten solubility (mm)	5,2	5,7	7,1	7,7	r.n.
Wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego Zeleny index (cm ³)	24,7	26,9	31,6	33,8	r.n.

* r.n – różnica nieistotna/ not significant

Wraz ze zwiększeniem ilości zastosowanego azotu następował wzrost wydajności glutenu mokrego w ziarnie. W stosunku do obiektu kontrolnego po zastosowaniu azotu w dawkach 40, 80 i 120 kg N · ha⁻¹ wynosił on odpowiednio 2,0 p.p., 5,9 p.p., 8,1 pp. Istotny wzrost zarówno glutenu mokrego, jak i suchego stwierdzono między obiektem kontrolnym a 120 kg N · ha⁻¹ (tab. 1). W badaniach przeprowadzonych przez Bepirszcza i Budzyńskiego [2011b] oraz Rachoń i in. [2013] stwierdzono, że nawożenie azotem znacząco poprawiło wydajność glutenu mokrego, nawet o 5,3 p.p., co jest zgodne z prezentowanymi badaniami.

Tabela 2. Wpływ gęstości siewu na cechy fizyczne i chemiczne ziarna pszenicy orkisz odmiany Rokosz

Table 2. Effect of sowing density on physical and chemical characteristics of spelta variety Rokosz

Cecha Quality parameter	Gęstość siewu/ Sowing density			NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	400	500	600	
Gęstość ziarna w stanie zsypanym Specific weight (kg · hl ⁻¹)	73,9	72,8	74,2	r.n.
Masa tysiąca ziaren Thousand kernel weight (g)	40,1	40,4	39,9	r.n.
Zawartość popiołu (% s.m.) Ash content (% d.m.)	1,8	1,9	1,9	r.n.
Liczba opadania Falling number (s)	309,7	304,2	308,3	r.n.
Zawartość białka (N × 5,7) (% s.m.) Protein content (N × 5,7) (% d.m.)	12,7	12,8	12,6	r.n.
Ilość glutenu mokrego Wet gluten content (%)	31,4	32,1	30,8	1,20
Ilość glutenu suchego (%) Dry gluten content (%)	9,9	10,1	9,6	0,36
Indeks glutenu Gluten index	35,9	38,7	36,8	r.n.
Rozpływalność glutenu Gluten solubility (mm)	6,5	6,5	6,3	r.n.
Wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego Zeleny index (cm ³)	29,5	29,2	29,0	r.n.

* r.n – różnica nieistotna/ not significant

Indeks glutenu w ziarnie pszenicy otrzymanej z obiektów nawożonych 80 i 120 kg N · ha⁻¹ był istotnie niższy niż z obiektu bez nawożenia azotem oraz z nawożeniem 40 kg N · ha⁻¹. Stwierdzono pogorszenie jakości glutenu wraz ze wzrostem dawki azotu (tab. 1), co jest zgodne z badaniami Capouchovej [2001].

Każdy wzrost dawki azotu powodował wzrost wskaźnika sedymentacji, jednak różnice nie były udowodnione statystycznie. Wzrost ten w odniesieniu do poletek nienawożonych wynosił odpowiednio: 9%, 28% i 37% (tab. 1). Badania Bepirszcza i Budzyńskiego [2011b] wykazały tendencję wzrostu wartości wskaźnika sedymentacyjnego SDS dla pszenicy orkiszowej wraz ze wzrostem nawożenia azotem; wartość ta wahała się w granicach od 63,4 cm³ (N₀) do 66,4 cm³ (N₁₀₂).

Gęstość siewu miała istotny wpływ jedynie na ilość glutenu mokrego i suchego. Największe wartości stwierdzono na obiektach, gdzie zastosowano wysiew w ilości 500 ziaren · m⁻². Najmniej korzystne parametry jakości ziarna stwierdzono przy wysiewaniu 600 ziaren · m⁻² (tab. 2).

Cechy reologiczne

Poza oznaczeniami cech fizycznych i chemicznych ziarna w badaniach, celem bardziej wnikliwej oceny właściwości wypiekowych, oceniono cechy reologiczne ciasta (tab. 3, 4). Wyniki badań wskazują, że ilość azotu nie miała istotnego wpływu na wyciąg mąki, zawartość popiołu oraz cechy amylograficzne (tab. 3). Miała natomiast wpływ na

Tabela. 3. Wyciąg i cechy jakościowe mąki uzyskanej w przemiale laboratoryjnym z ziarna pszenicy orkisz odmiany Rokosz w zależności od dawki azotu (średnio dla lat 2007–2009)
Table. 3. Yield and quality characteristics of flour achieved in laboratory milling of grain of spelta variety Rokosz depending on nitrogen fertilization level (average from 2007–2009)

Cecha Quality parameter	Dawka azotu/ Nitrogen dose (kg · ha ⁻¹)				NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	0	40	80	120	
Wyciąg mąki Flour yield (%)	59,7	58,9	54,5	58,0	r.n.
Zawartość popiołu (% s.m.) Ash content (% d.m.)	0,7	0,7	0,7	0,7	r.n.
Cechy amylograficzne/ Amylograph properties					
Temperatura końcowa kleikowania Beginning of gelatinization (°C)	79,9	83,7	84,2	84,1	r.n.
Maksymalna lepkość kleiku skrobiowego Gelatinization maximum, AU	640,0	708,9	667,8	646,7	r.n.
Cechy alweograficzne/ Alveograph properties					
Siła wypiekowa Deformation work, W	111,2	121,7	142,4	152,4	39,31
Sprężystość ciasta Dough tenacity, P (mm)	37,4	40,3	45,3	45,4	5,32
Rozciągliwość ciasta Dough extensibility, L (mm)	113,4	114,9	121,0	128,2	r.n.
Współczynnik konfiguracji wykresu Tenacity/ Extensibility, P/L	0,363	0,404	0,413	0,388	r.n.
Wskaźnik rozdęcia ciasta Dough swelling index, G (cm ³)	24,1	23,5	24,2	24,9	r.n.
Indeks elastyczności Elasticity Index, Ie	44,4	44,9	45,6	46,7	1,53
Cechy farinograficzne/ Farinograph properties					
Wodochłonność mąki Water absorption of flour (%)	51,5	52,2	54,3	54,7	3,20
Czas rozwoju ciasta Dough development time (min)	1,8	2,4	2,9	3,1	0,91
Czas stałości ciasta Dough stability time (min)	2,7	3,2	3,3	3,3	0,56
Rozmiękczenie ciasta Degree of dough softening, FU	113,3	104,4	96,7	87,8	22,17
Liczba jakości Quality number	38,4	45,8	50,6	52,8	11,32

* r.n – różnica nieistotna/ not significant

Tabela 4. Wyciąg i cechy jakościowe mąki uzyskanej w przemiale laboratoryjnym z ziarna pszenicy orkisz odmiany Rokosz w zależności od gęstości siewu (średnio dla lat 2007–2009)
 Table 4. Yield and quality characteristics of flour achieved in laboratory milling of grain of spelta variety Rokosz depending on sowing density (average from 2007–2009)

Cecha Quality parameter	Gęstość siewu Sowing density			NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	400	500	600	
Wyciąg mąki Flour yield (%)	58,7	55,7	59,0	r.n.
Zawartość popiołu (% s.m.) Ash content (% d.m.)	0,7	0,7	0,7	r.n.
Cechy amylograficzne/ Amylograph properties				
Temperatura końcowa kleikowania Beginning of gelatinization (°C)	81,2	84,0	83,7	r.n.
Maksymalna lepkość kleiku skrobiowego Gelatinization maximum, AU	666,7	650,0	680,8	r.n.
Cechy alweograficzne/ Alveograph properties				
Siła wypiekowa Deformation work, W	137,0	131,7	127,2	r.n.
Sprężystość ciasta Dough tenacity, P (mm)	41,8	43,2	41,5	r.n.
Rozciągliwość ciasta Dough extensibility, L (mm)	130,7	114,2	113,3	14,79
Współczynnik konfiguracji wykresu Tenacity/ Extensibility, P/L	0,360	0,403	0,414	r.n.
Wskaźnik rozdęcia ciasta Dough swelling index, G (cm ³)	25,1	23,6	23,8	1,24
Indeks elastyczności Elasticity Index, Ie	44,8	45,6	45,8	r.n.
Cechy farinograficzne/ Farinograph properties				
Wodochłonność mąki Water absorption of flour (%)	53,3	53,2	53,0	r.n.
Czas rozwoju ciasta Dough development time (min)	2,7	2,7	2,4	0,32
Czas stałości ciasta Dough stability time (min)	3,2	3,1	3,0	r.n.
Rozmięczenie ciasta Degree of dough softening, FU	99,2	99,2	103,3	r.n.
Liczba jakości Quality number	47,2	47,9	45,6	r.n.

* r.n – różnica nieistotna/ Not significant

cechy reologiczne ciasta charakteryzowane przy użyciu farinografu i alweografu. Wraz ze wzrostem ilości azotu stwierdzono wzrost wodochłonności mąki od 51,5 (obiekt kontrolny) do 54,7% (120 kg N · ha⁻¹). Średnio wodochłonność mąki pszenicy Rokosz wynosiła 53,2%. Jak podają inni autorzy, mąki orkiszowe charakteryzują się szerokim zakresem tej cechy, od 51,5% do 65% [Ceglińska 2003, Marconi i in. 2002, Mikos i Podolska 2012]. Badając polskie linie pszenicy orkisz pochodzące ze SHR w Strzelcach,

Krawczyk i in. [2008] oraz Rachoń i in. [2011] stwierdzili, że charakteryzują się one wodochłonnością od 56 (STH 12, STH 715) do 59% (STH 13, STH 3). Zieliński i in. [2008] wykazali natomiast nieco większą wodochłonność mąki u polskich linii orkiszu – od 54,8% do 62,4%.

Wraz ze wzrostem ilości azotu wzrastał czas rozwoju ciasta i wynosił od 1,8 (obiekt kontrolny) do 3,1 min ($120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) (tab. 3). Podobne wartości uzyskała Makowska i in. [2008], wykazując, że odmiany niemieckie charakteryzuje czas rozwoju ciasta od 2,3 do 3,7 min, natomiast badania Mikos i Podolskiej [2012] udowodniły, że czas rozwoju ciasta z niemieckich odmian uprawianych w warunkach Polski wynosi od 2,6 do 2,9 min. Z kolei Krawczyk i in. [2008] wykazali, że w polskich liniach orkiszu czas rozwoju ciasta wynosił od 2,0 (STH 29) do 6,0 (STH 8).

Czas stałości ciasta pszenicy Rokosz wynosił od 2,7 (obiekt kontrolny) do 3,3 min ($120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) i zależał od ilości zaaplikowanego azotu. Dłuższy czas stałości ciasta – od 3,3 (STH 12) do 12,5 min (STH 29) z mąk orkiszowych uzyskali Krawczyk i in. [2008] oraz Rachoń i in. [2011], wykazując, że wynosił on 3,74 dla STH 715 i 4,17 dla STH 3.

Zwiększenie ilości azotu korzystnie wpłynęło na rozmiękczenie ciasta. Istotna różnica wystąpiła pomiędzy obiektem kontrolnym a obiektem, na którym zastosowano $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Różnica wynosiła 25,5 FU. Rachoń i in. [2011] uzyskali wartość tego parametru dla linii STH 3 – 73, natomiast dla linii STH 715 – 121.

Pod wpływem nawożenia azotem wzrastała liczba jakości, z tym że istotna różnica wystąpiła pomiędzy obiektem nienawożonym, a stosowaniem $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 3).

Badania wykonane przy użyciu alweografu wykazały, że parametr W (siła wypiekowa) wzrastał wraz ze wzrostem dawki azotu. Na obiekcie kontrolnym wynosił 111,2, natomiast na obiektach, na których ilość azotu wynosiła $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ – 152,4. Krawczyk i in. [2008], oceniając polskie rody pszenicy orkisz, wykazali, że wartości tej cechy były bardzo zróżnicowane i wynosiły od 54 (STH 12) do 218 (STH 11). Podobnie sprężystość ciasta oraz indeks elastyczności wzrastały wraz z zastosowaną dawką azotu i były najwyższe na największej dawce. Nie stwierdzono natomiast wpływu ilości azotu na rozciągliwość ciasta, współczynnik konfiguracji wykresu, wskaźnik rozdęcia ciasta (tab. 3).

Gęstość siewu nie miała istotnego wpływu na cechy reologiczne ciasta, z wyjątkiem czasu rozwoju ciasta. W obiektach z większą gęstością siewu następowało pogorszenie tej cechy. Gęstość siewu wywierała ponadto istotny wpływ na rozciągliwość ciasta oraz wskaźnik rozdęcia ciasta. Istotnie większe wartości wymienionych parametrów stwierdzono w obiektach z najmniejszą ilością wysiewu ($400 \text{ ziaren} \cdot \text{m}^{-2}$) – tabela 4.

WNIOSKI

1. Stwierdzono istotny wzrost plonu ziarna polskiej odmiany pszenicy orkisz Rokosz wraz ze wzrostem dawki azotu do $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$.
2. Stwierdzono wpływ gęstości siewu w zakresie od 400 do 600 $\text{ziaren} \cdot \text{m}^{-2}$ na poziom plonowania pszenicy orkisz odmiany Rokosz; istotnie wyższy plon uzyskano, stosując ilość wysiewu 500 $\text{ziaren} \cdot \text{m}^{-2}$.
3. Azot wpływał korzystnie na cechy wartości wypiekowej: ilość białka, zawartość glutenu, wskaźnik sedymentacyjny, cechy reologiczne ciasta, negatywnie natomiast na

indeks glutenu. Najkorzystniejsze wartości parametrów jakości otrzymano, stosując azot w ilości 80 i 120 kg N · ha⁻¹.

4. Najkorzystniejsze cechy jakościowe uzyskano, stosując gęstość siewu w ilości 500 ziaren · m⁻².

PIŚMIENNICTWO

- Andruszczak S., Kwiecińska-Poppe E., Kraska P., Pałys E., 2011. Yield of winter cultivars of spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) cultivated under diversified conditions of mineral fertilization and chemical protection. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 10(4) 2011, 5–14.
- Bepirszcz K., Budzyński W., 2011a. Plonowanie *Triticum aestivum* ssp. *vulgare* i ssp. *spelta* w zależności od poziomu agrotechniki. *Mat. konf. „Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenicy orkisz w warunkach zmian klimatu”*, 28–29 czerwca, IUNG Puławy, 3–5.
- Bepirszcz K., Budzyński W., 2011b. Wartość technologiczna ziarna *Triticum aestivum* ssp. *vulgare* i ssp. *spelta* w zależności od poziomu agrotechniki. *Mat. konf. „Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenicy orkisz w warunkach zmian klimatu”*, 28–29 czerwca, IUNG Puławy, 6–8.
- Biel W., Hury G., Maciorowski R., Kotlarz A., Jaskowska I., 2010. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na skład chemiczny ziarna dwóch odmian orkiszu (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*). *Acta Sci. Pol., Zootechnica* 9 (4), 5–14.
- Capouchová I., 2001. Technological quality of spelt (*Triticum spelta* L.) from ecological growing system. *Sci. Agric. Bohem.* 32, 307–322.
- Castagna R., Minoia C., Porfiri O., Rocchetti G., 1996. Nitrogen level and seeding rate effects on the performance of hulled wheats (*Triticum monococcum* L., *T. dicoccum* Schübler and *T. spelta* L.) evaluated in contrasting agronomic environments. *J. Agron. Crop Sci.* 176, 173–181.
- Ceglińska A., 2003. Technological value of spelt and common wheat hybrid. *EJPAU, Food Sci. Technol.* 6, 1–7, www.ejpaumedia.
- Gálová Z., Knoblochová H., 2001. Biochemical characteristics of five spelt wheat cultivars (*Triticum spelta* L.). *Acta Fytotech. Zootech.* 4, 85–87.
- Kohajdova Z., Karovicova J., 2008. Nutritional value and baking applications of spelt wheat. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 7 (3), 5–14.
- Krawczyk P., Ceglińska A., Izdebska K., 2008. Porównanie właściwości reologicznych ciasta i jakości pieczywa otrzymanego z mąki orkiszu i pszenicy zwyczajnej. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 4 (59), 141–151.
- Lacko-Bartošova M., Otepka P., 2001. Evaluation of chosen yield components of spelt wheat cultivars. *J. Cent. Eur. Agric.* 2 (3–4), 279–284.
- Makowska A., Obuchowski W., Adler A., Sulewska H., 2008. Charakterystyka wartości przemiałowej i wypiekowej wybranych odmian orkiszu. *Fragm. Agron.* 25, 1 (97), 228–239.
- Marconi E., Carcea M., Schiavone M., Cubadda R., 2002. Spelt (*Triticum spelta* L.) pasta quality: combined effect of flour properties and drying conditions. *Cereal Chem.* 79, 634–639.
- Mikos M., Podolska G., 2012. Bread-making quality of old common bread (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare* L.) and spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) wheat cultivars. *J. Food Agric. Environ.* 10, (374), 221–224.
- Podolska G., Mikos M., 2010. Wady i zalety pszenicy orkisz. *Więś Jutra* 4 (141), 21–22.
- Podolska G., Wyzińska M., Antoniak M., Zasada A., 2011. Kształtowanie się poziomu plonowania i cech struktury plonu pszenicy *Triticum spelta*, *Triticum durum* i *Triticum aestivum* w zależności od dawki azotu i niedoboru wody w glebie. *Mat. konf. „Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenicy orkisz w warunkach zmian klimatu”*, 28–29 czerwca, IUNG Puławy, 4–35.
- PN-ISO 7971-2:1998. Ziarno zbóż. Oznaczanie gęstości w stanie zsypanym, zwanej „masą hektolitrową”. Metoda rutynowa.
- PN-ISO 2171:1994. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie popiołu całkowitego.

- PN-EN ISO 3093:2007. Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina. Oznaczanie liczby opadania metoda Hagberga-Pertena.
- PN-EN ISO 20483:2007. Ziarno zbóż i nasiona roślin strączkowych – Oznaczanie zawartości azotu i przeliczanie na zawartość białka – Metoda Kjeldahla.
- PN-A-74041:1977. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie ilości i jakości glutenu.
- PN-EN ISO 21415-2:2008. Pszenica i mąka pszenna – Ilość glutenu. Część 2: Oznaczanie glutenu mokrego za pomocą urządzeń mechanicznych.
- PN-A-74042:1993. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe – Oznaczanie glutenu mokrego za pomocą urządzeń mechanicznych.
- PN-ISO 5529:2007 Wheat – Determination of the sedimentation index – Zeleny test.
- PN-ISO 7973:2001. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe – Oznaczanie lepkości mąki – Metoda z zastosowaniem amylografu.
- PN-ISO 5530-4:2004. Mąka pszenna – Fizyczne właściwości ciasta – Oznaczanie właściwości reologicznych za pomocą alweografu.
- PN-ISO 5530-1:1999. Mąka pszenna – Fizyczne właściwości ciasta – Oznaczanie wodochłonności i właściwości reologicznych za pomocą farinografu.
- Rachoń L., Szumiło G., Kurzydłowska I., 2013. Wpływ intensywności technologii produkcji na jakość ziarna pszenicy zwyczajnej, twardej, orkisz i jednoziarnistej. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 68 (2), 61–68.
- Rachoń L., Szumiło G., Stankowski S., 2011. Porównanie wybranych wskaźników wartości technologicznej pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*), twardej (*Triticum durum*) i orkiszowej (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*). *Fragm. Agron.* 28 (4), 52–59.
- Rüegger A., Winzeler H., 1993. Performance of spelt (*Triticum spelta* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) at two different seeding rates and nitrogen levels under contrasting environmental conditions. *J. Agron. Crop Sci.* 170, 289–295.
- Sulewska H., 2004. Wpływ wybranych zabiegów agrotechnicznych na plonowanie i skład chemiczny ziarna formy ozimej orkiszu psennego (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*). *Pam. Puł.* 135, 285–293.
- Sulewska H., Koziara W., Panasiewicz K., Ptaszyńska G., 2008. Plonowanie dwóch odmian ozimych orkisz psennego w zależności od terminu i ilości wysiewu w warunkach środkowej Wielkopolski. *J. Res. Appl. Agric. Engin.* 53 (4), 85–91.
- Trajer M., Mieczkowski M., 2010. Rozwój rynku pszenicy orkisz w świetle koniunktury na żywność ekologiczną. *Biul. Inf. ARR* 7 (229), 34–37.
- Troccoli A., Codianni P., 2005. Appropriate seeding rate for einkorn, emmer, and spelt grown under rained condition in southern Italy. *Eur. J. Agron.* 22, 293–300.
- Zieliński H., Ceglińska A., Michalska A., 2008. Bioactive compounds in spelt bread. *Eur. Food Res. Technol.* 226, 537–544.

Summary. The aim of this research was to obtain information about the yield and backing quality of a new Polish variety of spelt cv. Rokosz under different nitrogen fertilization and the sowing density. The study was conducted in 2006–2009 in the ODR Szepietowo, village Kolanica, voivodeship podlaskie. The first factor was the sowing density. Three levels were considered: 400, 500, 600 grains m⁻². The second factor was the dose of nitrogen. 4 levels were considered: (control), 40, 80, 120 kg N ha⁻¹. A significantly higher yield and better quality were obtained using the sowing at 500 seeds per 1 m². Nitrogen positively affects the grain yield and the baking quality: the amount of protein, gluten content, sedimentation rate, rheological properties of dough, while negatively affecting the gluten index. The most profitable values of quality were obtained using nitrogen at 80 and 120 kg N ha⁻¹.

Key words: *Triticum aestivum* ssp. *spelta*, nitrogen level, sowing density, grain yield, backing quality