

CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH WSKAŹNIKÓW TECHNOLOGICZNYCH ZIARNA PSZENICY ZWYCZAJNEJ

Małgorzata Kasprzak, Anna Wirkijowska

Katedra Inżynierii i Technologii Zbóż, Uniwersytet Przyrodniczy
ul. Skromna 8, 20-704 Lublin
e-mail: małgorzata.kasprzak@up.lublin.pl

Streszczenie. Celem pracy było określenie wybranych wskaźników technologicznych 12 odmian pszenicy zwyczajnej zakwalifikowanych do różnych grup jakościowych: A (Akteur, Alcazar, Finezja, Legenda, Ostka Smolicka, Tonacja), B (Garantus, Nateja, Nutka), C (Belenus, Markiza, Rapsodia). Materiał badawczy pochodził z doświadczeń polowych, uwzględniających dwa poziomy agrotechniki (poziom przeciętny – a 1, poziom wysoki – a 2), przeprowadzonych w Czesławicach k. Lublina. W obrębie badanych odmian pszenicy dokonano oceny cech jakościowych ziarna obejmujących oznaczenie gęstości ziarna w stanie zsypanym, masy tysiąca ziaren i szklistości. Odmiany pszenicy należące do grupy jakościowej (A) na tle pozostałych grup charakteryzowały się wyższymi wartościami gęstości ziarna w stanie zsypanym oraz masy tysiąca ziaren z wyjątkiem odmiany Alcazar, przy czym różnice nie zawsze były statystycznie istotne. W większości badanych odmian odnotowano wyższe wartości gęstości ziarna w stanie zsypanym, masę tysiąca ziaren (MTZ) w przypadku ziarna pozyskanego z wariantu doświadczenia a 2 niż w wariantu a 1, choć nie zawsze były to różnice statystycznie istotne. W przypadku siedmiu z badanych odmian (Akteur, Alcazar, Legenda, Tonacja, Garantus, Belenus, Markiza) odnotowano wyższą szklistość dla a 2. Większość badanych odmian nie ujawniła statystycznie istotnych różnic w szklistości przy zmianie poziomu agrotechniki. Analiza statystyczna wyników pomiarów wykazała istotne zróżnicowanie odmian pszenicy pod względem badanych cech fizycznych. Analiza korelacji Pearsona potwierdziła dodatnią korelację pomiędzy MTZ a gęstością ziarna w stanie zsypanym w przypadku a 1. Nie odnotowano korelacji pomiędzy MTZ a szklistością ziarna, zarówno przy a 1 jak i a 2.

Słowa kluczowe: pszenica, grupy jakościowe, wartość technologiczna

WSTĘP

Podstawowym zbożem pod względem powierzchni zasiewów oraz produkcji w Polsce jest pszenica. Zgodnie z danymi statystycznymi zbiory pszenicy w 2009 roku wynosiły 9790 tys. ton, z czego blisko połowa przeznaczona była na cele

konsumpcyjne, w tym przemiał ziarna na mąkę do produkcji pieczywa (Rocznik Statystyczny 2011). Największe znaczenie w uprawie oraz w przemyśle spożywczym ma pszenica zwyczajna (*Triticum vulgare Host.*). Obecnie do krajowego rejestru wpisane są 83 odmiany ozime tej pszenicy oraz 27 jarych, które przypisane są do następujących grup jakościowych: E – elitarne, A – jakościowe, B – chlebowe, K – ciasteczkowe oraz C – pozostałe (COBORU 2011). Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) dokonując kwalifikacji odmian pszenicy do różnych grup jakościowych kieruje się oceną towaroznawczą oraz technologiczną. W szczególności określane są masa tysiąca ziaren (MTZ), gęstość ziarna w stanie zsywowym, wyrównanie oraz szklistość ziarna, wyciąg i wodochłonność mąki, rozmiękczenie i energia ciasta, wartość liczby opadania, wskaźnik sedymentacji oraz zawartość białka. Spełnienie wymagań minimalnych przewidzianych dla danej grupy jakościowej względem każdego z wymienionych wskaźników umożliwia zaliczenie odmiany pszenicy do odpowiedniej grupy (COBORU 2011).

Celem pracy było porównanie wybranych wskaźników technologicznych odmian pszenicy zwyczajnej zakwalifikowanych do grupy pszenic jakościowych, chlebowych i pozostałych. Materiał badawczy pochodził z doświadczeń polowych przeprowadzonych w Czesławicach k. Lublina i uwzględniał dwa poziomy agrotechniki: a 1 (poziom przeciętny) i a 2 (poziom wysoki).

MATERIAŁ I METODY

Obiektem badań było 12 odmian ziarna pszenicy zwyczajnej. Materiał badawczy (zbiory 2011) pochodził z doświadczeń polowych przeprowadzonych na terenie Punktu Doświadczalnego Czesławice podległego Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Ciciborze. Badaniami objęto odmiany pszenicy zwyczajnej należące wg COBORU do różnych grup jakościowych (tab. 1).

Użyte w badaniach ziarno pszenicy zróżnicowane było pod względem zastosowanego w uprawie poziomu agrotechniki: a 1 (poziom przeciętny) i a 2 (poziom wysoki), w którym zwiększono nawożenie azotowe o $40 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ w stosunku do poziomu przeciętnego ($60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) oraz zastosowano opryskiwanie fungicydem w fazie pierwszego kolanka (Alert 375SC $0,81\cdot\text{ha}^{-1}$ + Talius 200EC $0,15 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) i kłoszenia (Reveller 280SC $0,8 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$), a także nawożenie dolistnymi preparatami wieloskładnikowymi (Insol Z $1,0 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$). Na obu poziomach agrotechnicznych (a 1, a 2) zastosowano nawożenie mineralne ($\text{P}_2\text{O}_5 - 24 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $\text{K}_2\text{O} - 57 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Charakterystyka towaroznawcza ziarna pszenicy obejmowała określenie gęstości ziarna w stanie zsywnym, MTZ oraz szklistości. Oznaczanie gęstości ziarna w stanie zsywnym przeprowadzono przy użyciu wagi holenderskiej zgodnie z metodą PN-EN ISO 7971-3: 2010, a oznaczanie MTZ za pomocą licznika nasion LN-3 firmy UNITRA CEMI Szczytno zgodnie z PN-R-74017: 1968. Aby

wyeliminować możliwość segregowania materiału na torze wibracyjnym licznika, odważano stałą masę ziarna (25 g), którą w całości zliczano. Oznaczanie szklistości ziaren przeprowadzano za pomocą farinotomu zgodnie z PN-70-R-74008. Wszystkie oznaczenia wykonano w 4 powtórzeniach.

Tabela 1. Klasyfikacja jakościowa pszenicy zwyczajnej wg COBORU (Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych)

Table 1. Qualitative classification of wheat varieties according to COBORU (Research Center for Cultivar testing)

Grupa jakościowa Quality grade	Odmiana Cultivar	Rok wpisania odmian do rejestru Year of wheat variety entry into the register of varieties	Pszenica Wheat
A	Akteur	2007	ozima – winter
	Alcazar	2006	ozima – winter
	Finezja	2002	ozima – winter
	Legenda	2005	ozima – winter
	Ostka Smolicka	2010	jara – spring
	Tonacja	2001	ozima – winter
B	Garantus	2007	ozima – winter
	Nateja	2007	ozima – winter
	Nutka	2001	ozima – winter
C	Belenus	2009	ozima – winter
	Markiza	2007	ozima – winter
	Rapsodia	2003	ozima – winter

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem programu statystycznego SAS ver. 9,1. W przypadku, gdy wartości współczynnika zmienności przekraczały granice błędu szacowanego dla danej metody, wyniki odrzucono i analizy wykonywano ponownie. Jednoczynnikową analizę wariancji przeprowadzono przyjmując poziom istotności $\alpha = 0,05$ oraz test Fishera (dla porównania upraw a1 i a2) i test Tukey'a dla porównania odmian. Określono również współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy badanymi cechami.

WYNIKI I DYSKUSJA

Ważnym wskaźnikiem jakościowym ziarna pszenicy, stosowanym w laboratoriach analitycznych, jest gęstość ziarna w stanie zsypanym. Parametr ten charakteryzuje zarówno dorodność, jak i stopień wykształcenia ziarniaków, ich strukturę

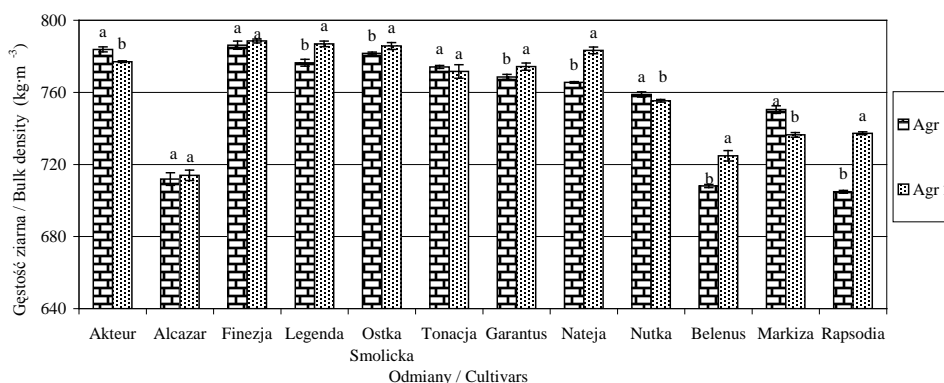
oraz grubość okrywy, a także decyduje o wartości przemiałowej ziarna (Cacak-Pietrzak i in. 1999, Segit i Szwed-Urbaś 2009). Zdaniem Gaines i in. (1997) gęstość pszenicy nie zawsze jest idealnym miernikiem jakości ziarna, gdyż jest to parametr na który wpływa bardzo wiele czynników środowiskowych i atmosferycznych. Jedynie uzyskanie bardzo niskich lub bardzo wysokich wartości gęstości może decydować o wartości przemiałowej ziarna pszenicy. Wartości gęstości ziarna w stanie zsypanym dla badanych odmian pszenicy zwyczajnej zawierały się w zakresie 704,9-788,5 kg·m⁻³ (rys. 1). W literaturze spotykane są zbliżone wartości gęstości dla pszenicy (Cacak-Pietrzak i Gondek 2010, Harasim i Wesołowska-Trojanowska 2010, Mazurkiewicz 2005, Woźniak i Staniszewski 2007). Woźniak i Gontarz (2011) podają, że średnie wartości gęstości ziarna pszenicy wynosiły od 708 do 716 kg·m⁻³. Harasim i Wesołowska-Trojanowska (2010) oraz Cacak-Pietrzak i Gondek (2010) stwierdzili, że gęstość ziarna kształtowała się w zakresie 732-786 kg·m⁻³. Nieznacznie wyższą wartość (796 kg·m⁻³) prezentował Woźniak (2006).

W przypadku badanych odmian pszenicy najwyższą gęstość ziarna wykazywała odmiana Finezja, zarówno przy a 1, jak i a 2, wartości wynosiły odpowiednio 786,2 kg·m⁻³ i 788,5 kg·m⁻³ (rys. 1). Zgodnie z danymi literaturowymi (Gaines *et al.* 1997, Segit i Szwed-Urbaś 2009) wysokie wartości gęstości ziarna pszenicy powyżej 760 kg·m⁻³ wskazują na dobre wypełnienie i wyrównanie ziarna oraz gwarantują uzyskanie wysokich wyciągów mąki.

Odmiany pszenic z grupy jakościowej A na tle odmian z pozostałych grup jakościowych (B, C) wyróżniały się wyższymi wartościami omawianej cechy. Wyjątek stanowiła pszenica odmiany Alcazar, należąca do pszenic jakościowych (A), która charakteryzowała się jedną z najniższych wartości gęstości zarówno przy a 1 (713,8 kg·m⁻³), jak i a 2 (715,4 kg·m⁻³) (rys. 1). W porównaniu do pszenicy odmiany Alcazar zdecydowanie wyższe wartości badanego parametru zaobserwowano dla odmiany Markiza (grupa C) i wszystkich badanych odmian pszenicy z grupy B (rys. 1). Wysokie wartości gęstości ziarna wynoszące od 791 do 801 kg·m⁻³ odnotował Woźniak (2009) w przypadku ziarna pszenicy zwyczajnej odmiany Koksa zakwalifikowanej do pszenic jakościowych. Podolska i in. (2010) podają, że średnia wartość gęstości w przypadku odmian pszenic z grupy A wynosiła 751,5 kg·m⁻³, podczas gdy odmiany pszenicy chlebowej kształtowały się na nieznacznie wyższym poziomie (756,0 kg·m⁻³). Odmienne rezultaty podają Romański i Stopa (2005), którzy stwierdzili, że wartości gęstości ziarna dla odmian zakwalifikowanych do grupy jakościowej C zawierały się w zakresie od 759,6 do 761,3 kg·m⁻³ i były to wyniki wyższe niż dla odmian pszenicy chlebowej (748,8-762,9 kg·m⁻³) oraz jakościowej (747,2 kg·m⁻³).

W większości badanych odmian odnotowano wyższą gęstość ziarna w stanie zsypanym przy a 2, choć nie zawsze były to różnice statystycznie istotne (rys. 1).

Wyjątek stanowiła odmiana Akteur, Nutka i Markiza, przy czym należy podkreślić, iż różnice pomiędzy a 1 i a 2 kształtowały się na niskim poziomie, wynoszącym odpowiednio dla tych prób $6,9 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, $3,6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ i $14,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ (tab. 2). Gęstość ziarna pszenicy, zdaniem Mazurkiewicza (2005) oraz Woźniaka i Gontarza (2011) istotnie zależała od dawki azotu, przy czym autorzy podają, że wyższe wartości tej cechy oznaczono w ziarnie zebranym z poletek nawożonych wyższą dawką azotu. Harasim i Wesołowska-Trojanowska (2010) stwierdziły, że zwiększając o $50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ nawożenie azotem nieznacznie obniżeniu ulegała gęstość ziarna, przy czym różnice nie były statystycznie istotne.



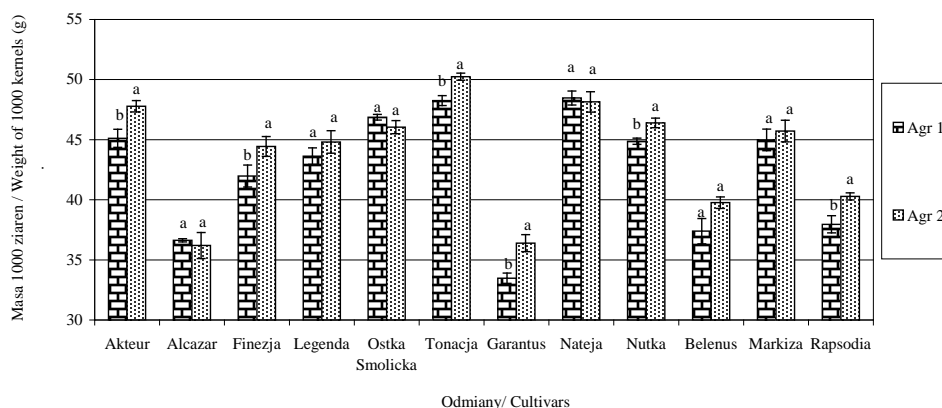
Rys. 1. Gęstość ziarna w stanie zsypanym badanych odmian pszenicy w uprawie a 1 i a 2. a, b – statystyczne różnice w ramach odmiany przy zróżnicowanej agrotechnice (test Fishera)

Fig. 1. Bulk density of studied wheat cultivars in cultivation a 1 and a 2. a, b – statistical differences within a variety at different agricultural techniques (Fishera's test)

Masa tysiąca ziaren jest ważną cechą pszenicy zwyczajnej, która określa jej przydatność dla przemysłu spożywczego. Zdaniem Morgan i in. (2000) dorodność wpływa w zdecydowany sposób na wydajność oraz jakość otrzymywanej mąki, a w szczególności jej barwę oraz zawartość popiołu. Autorzy twierdzą, że jeżeli obniżeniu ulega MTZ, to pogarszają się parametry przemiałowe. Wartości MTZ uzyskane w niniejszej pracy zawierały się w dość szerokim zakresie 33,5-50,2 g. Wysokie wartości MTZ zarówno w poziomie agrotechniki przeciętnej (a 1) jak i wysokim (a 2) odnotowano dla pszenicy odmiany Tonacja i Nateja (tab. 2). Przy zastosowaniu przeciętnego poziomu agrotechniki dla pszenicy odmiany Tonacja (grupa jakościowa A) uzyskano niższą MTZ o 0,2 g w porównaniu do odmiany Nateja (grupa pszenic chlebowych B), przy czym nie była to różnica statystycznie istotna (tab. 2). Najniższe wartości MTZ uzyskano w przypadku odmiany Alcazar oraz Garantus zakwalifikowanych odpowiednio do pszenic jakościowych oraz

chlebowych (rys. 2, tab. 1). Pod względem badanej cechy odmiany te różniły się statystycznie istotnie od większości badanych odmian, za wyjątkiem pszenicy Belenus i Rapsodia w uprawie a 1 (tab. 2). Badania jakości ziarna pszenicy zwyczajnej przeprowadzone przez innych autorów (Bujak i Frant 2010, Cacak-Pietrzak i Gondek 2010, Harasim i Wesołowska-Trojanowska 2010, Romański i Stopa 2005) podają zbliżony zakres wartości MTZ. Przykładowo Cacak-Pietrzak i Gondek (2010) oraz Harasim i Wesołowska-Trojanowska (2010) odnotowali, że wartości MTZ zawierały się w zakresie 36,5-45,5 g.

Analiza wyników badań dla ziarna pszenicy zwyczajnej odmiany Nateja, należącej do pszenic chlebowych, wykazywała wyższą MTZ niż pozostałe badane odmiany pszenic z wyjątkiem Tonacji (rys. 2). Masa tysiąca ziaren, w przypadku odmiany Nateja (a 1, a 2), nie różniła się w sposób statystycznie istotny. Z pszenic należących do grupy jakościowej odmiana Alcazar wykazała najniższe wartości badanego parametru. Odmiana ta różniła się w sposób statystycznie istotny nawet od odmian zakwalifikowanych do grupy pszenic pozostałych C (Belenus a 2, Markiza a 1, Markiza a 2, Rapsodia a 2) (tab. 2). Niższą wartość odnotowano tylko dla odmiany Garantus (grupa chlebowa).



Rys. 2. MTZ (masa tysiąca ziaren) badanych odmian pszenicy w uprawie a 1 i a 2. a, b – statystyczne różnice w ramach odmiany (test Fishera)

Fig. 2. Weight of 1000 kernels of studied wheat cultivars in cultivation a 1 and a 2. b – statistical differences within a variety at different agricultural techniques (Fishera's test)

Większość badanych odmian pozyskanych z uprawy a 2 charakteryzowała się wyższymi wartościami MTZ w porównaniu do ziarna tych odmian przy a 1. Wyjątek stanowiły pszenice odmiany Alcazar, Ostka Smolicka i Nateja dla których wyższą MTZ odnotowano w uprawie a 1, przy czym nie były to różnice staty-

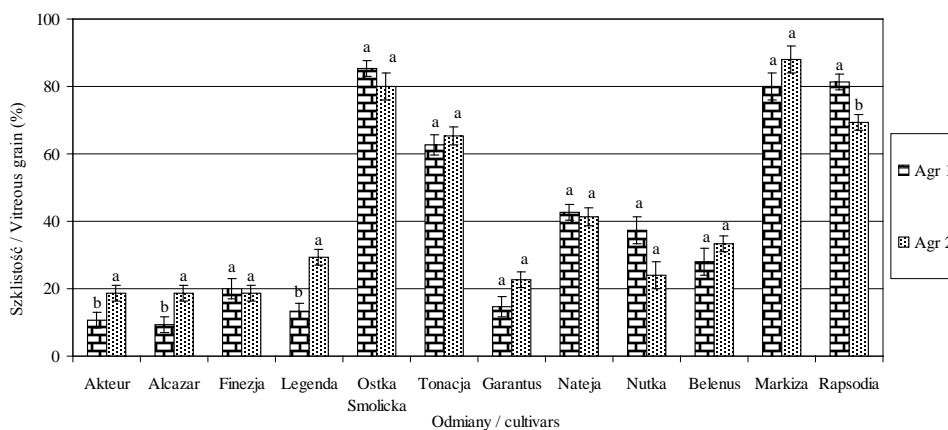
stycznie istotne (rys. 2). Zastosowane intensywne nawożenie azotowe w przypadku pszenicy zwyczajnej, zdaniem wielu autorów (Jaskulska 2010, Kocoń i Sułek 2010, Mazurkiewicz 2005), przyczyniało się do wzrostu wartości MTZ. Mazurkiewicz (2005) zwiększając nawożenie azotowe odnotował wzrost wartości MTZ z 43,5 g do 45,6 g. Podobnie Kocoń i Sułek (2010) analizując trzy odmiany pszenicy zwyczajnej zakwalifikowane do grupy jakościowej A, stwierdzili, że wszystkie badane odmiany wykształciły dorodniejsze ziarno charakteryzujące się większymi wartościami MTZ w obiektach z wyższym nawożeniem azotowym.

Szklistość ziarna jest jedną z kluczowych cech determinujących jakość pszenicy zwyczajnej. Zdaniem wielu autorów (Cacak-Pietrzak i in. 2005, Gondek i in. 2009, Segit i Szwed-Urbaś 2009, Woźniak i Gontarz 2011) im większa szklistość ziarna, tym lepsza jego przydatność na cele technologiczne, gdyż podczas przemiału otrzymuje się większy wyciąg mąki przy zachowaniu dobrej jakości produktu finalnego. Ziarna szkliste charakteryzują się także bardziej zwartą strukturą bielma oraz wyższą zawartością związków białkowych, w tym białek glutenowych (Cacak-Pietrzak i in. 1999). Zawartość ziaren szklistych w badanych odmianach pszenicy zwyczajnej zawierała się w bardzo szerokim zakresie, co również często spotykane jest w literaturze (Cacak-Pietrzak i in. 2005, Mazurkiewicz 2005, Romański i Stopa 2005). Wysokie wartości szklistości odnotowano dla odmiany Ostka Smolicka i Markiza w przypadku obu stosowanych sposobów agrotechniki, wynoszące dla a 1 odpowiednio 85% i 80% oraz a 2 odpowiednio 80% i 88% (rys. 3). Należy podkreślić fakt, że uzyskane wyniki dla wyżej wymienionych odmian nie różniły się w sposób statystycznie istotny (tab. 2).

Na podstawie przeprowadzonej analizy wariancji stwierdzono, że odmiany Markiza i Rapsodia należące do pszenic pozostałych (grupa jakościowa C), wykazywały istotnie wyższą szklistość niż większość odmian z grupy jakościowej A (Akteur, Alcazar, Finezja, Legenda) oraz grupy B (Garantus, Nateja, Nutka) (tab. 2). Podobnie Romański i Stopa (2005) stwierdzili, że szklistość ziarna niektórych odmian zakwalifikowanych do pszenic pozostałych była wyższa w porównaniu do odmian jakościowych oraz chlebowych. Zdaniem wielu autorów (Rachoń i in. 2012, Różyło i Laskowski 2007, Segit i Szwed-Urbaś 2009, Woźniak i in. 2008) szklistość ziarna pszenicy uzależniona jest od zawartości glutenu, białka oraz wartości wskaźnika sedymentacyjnego. Różyło i Laskowski (2007) podają, że ziarniaki charakteryzujące się wyższą szklistością posiadały zarówno wyższą zawartość białka, glutenu jak i wartość wskaźnika sedymentacyjnego Zeleny'ego. Według danych Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU 2011) średnia zawartość białka w ziarnie pszenicy odmiany Markiza i Rapsodia uprawianej przy a 1 i a 2 wynosiła odpowiednio 13,01% i 13,43%, podczas gdy w przypadku pszenic należących do grupy B (Garantus, Nateja, Nutka) kształtowała się na niższym poziomie, wynoszącym dla a 1 i a 2 odpowiednio 12,36% i 12,95%.

Podobna zależność notowana była także w przypadku zawartości glutenu oraz testu Zeleny'ego.

Analizując poziom nawożenia azotowego na zawartość ziaren szklistych w badanych odmianach pszenicy zwyczajnej, nie odnotowano jednoznacznej tendencji (tab. 2). W przypadku siedmiu z badanych odmian (Akteur, Alcazar, Legenda, Tonacja, Garantus, Belenus, Markiza) zaobserwowano wyższą zawartość ziaren szklistych dla a 2. Większość badanych odmian nie wykazywała statystycznie istotnych różnic w szklistości przy zmianie poziomu agrotechniki. Wyjątek stanowiły odmiany Akteur, Alcazar, Legenda i Rapsodia (rys. 3). Wielu autorów uważa, że zwiększone nawożenie azotowe korzystnie wpływa na szklistość ziarna pszenicy zwyczajnej (Cacak-Pietrzak i in. 2005, Gondek i in. 2009, Mazurkiewicz 2005). Woźniak i Gontarz (2011) podają, że ziarno zebrane z obiektów nawożonych wyższą dawką azotu odznaczało się wyższą szklistością (72,0%) niż pochodzące z obiektów, na których stosowano standardowe dawki azotu (56,6%). Gondek i in. (2009) stwierdzili, że nawożenie azotowe wpłynęło korzystnie na szklistość, przy czym autorzy podają zbliżone wartości szklistości, zarówno dla pszenic jakościowych jak i chlebowych. Mazurkiewicz (2005) analizując wpływ nawożenia azotem na szklistość ziarna pszenicy zwyczajnej odnotował, że szklistość ziarna pochodzącego z poletek o zwiększonej dawce azotu ($100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) wynosiła 89%, podczas gdy ziarno pochodzące z poletek bez nawożenia azotowego ($0 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) wykazywało niższą szklistość wynoszącą 81%.



Rys. 3. Szklistość ziarna badanych odmian pszenicy w uprawie a 1 i a 2. a, b – statystyczne różnice w ramach odmiany (test Fishera)

Fig. 3. Grain vitreousness of studied wheat cultivars in cultivation a 1 and a 2. a, b – statistical differences in the varieties with different agricultural techniques (Fisher's test)

Tabela 2. Średnia gęstość ziarna, masa tysiąca ziaren oraz szklistość badanych dla badanych odmian pszenicy**Table 2.** Average bulk density, weight of 1000 kernels and vitreousness for study cultivars of wheat

Odmiana Cultivar	Gęstość ziarna Bulk density (kg·m ⁻³)	Masa tysiąca ziaren Weight of 1000 kernels (g)	Szklistość Vitreousness (%)
Akteur a 1	783,9±1,4 ^{a,b}	45,1±0,8 ^{e,f,g}	11±2 ^{j,k}
Akteur a 2	777,0±0,5 ^{c,d}	47,8±0,5 ^{b,c,d}	19±2 ^{h,i,j,k}
Alcazar a 1	711,9±4,1 ^k	36,6±0,1 ^k	9±2 ^k
Alcazar a 2	714,0±3,1 ^k	36,2±1,5 ^k	19±2 ^{h,i,j,k}
Finezja a 1	786,2±2,3 ^{a,b}	42,0±0,9 ^{h,i}	20±8 ^{g,h,i,j,k}
Finezja a 2	788,5±1,0 ^a	44,4±0,8 ^{f,g}	19±2 ^{h,i,j,k}
Legenda a 1	776,4±1,9 ^{c,d}	43,6±0,7 ^{g,h}	13±2 ^{j,k}
Legenda a 2	786,9±1,5 ^{a,b}	44,8±0,9 ^{e,f,g}	29±2 ^{d,e,f,g,h}
Ostka Smolicka a 1	781,6±0,8 ^{b,c}	46,9±0,2 ^{b,c,d,e}	85±2 ^a
Ostka Smolicka a 2	785,8±1,9 ^{a,b}	46,0±0,5 ^{c,d,e,f}	80±4 ^{a,b}
Tonacja a 1	774,1±1,7 ^{d,e}	48,3±0,4 ^{a,b,c}	63±6 ^c
Tonacja a 2	771,6±4,0 ^{d,e,f}	50,2±0,3 ^a	65±5 ^c
Garantus a 1	768,6±1,4 ^{e,f}	33,5±0,4 ^l	15±6 ^{i,j,k}
Garantus a 2	774,3±2,0 ^{d,e}	36,4±0,7 ^k	23±2 ^{g,h,i,j,k}
Nateja a 1	765,5±0,4 ^f	48,5±0,6 ^{a,b}	43±2 ^d
Nateja a 2	783,3±1,9 ^{a,b}	48,1±0,8 ^{a,b,c}	41±5 ^{d,e}
Nutka a 1	758,9±1,5 ^g	44,9±0,3 ^{e,f,g}	37±6 ^{d,e,f}
Nutka a 2	755,3±0,7 ^{g,h}	46,4±0,4 ^{b,c,d,e,f}	24±8 ^{f,g,h,i,j}
Belenus a 1	708,0±0,9 ^{k,l}	37,4±1,6 ^k	28±8 ^{e,f,g,h,i}
Belenus a 2	724,8±2,9 ^j	39,8±0,5 ^{i,j}	33±2 ^{d,e,f,g}
Markiza a 1	750,5±2,1 ^h	45,0±0,9 ^{e,f,g}	80±4 ^{a,b}
Markiza a 2	736,4±1,3 ⁱ	45,7±0,9 ^{d,e,f,g}	88±7 ^a
Rapsodia a 1	704,9±0,8 ^l	38,0±0,7 ^{j,k}	81±2 ^{a,b}
Rapsodia a 2	737,3±0,8 ⁱ	40,3±0,3 ^{i,j}	69±2 ^{b,c}

a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l – średnie wartości w tabeli oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie (test Tukey'a) – average values in the table marked with the same letters do not differ statistically significantly (Tukey's test).

Przeprowadzona analiza korelacji Pearsona wykazała istotną dodatnią korelację pomiędzy MTZ a gęstością ziarna w stanie zsypanym ($r = 0,582$) w przypadku pszenic uprawianych przy a 1 (tab. 3). Natomiast w przypadku a 2 nie odnotowano korelacji pomiędzy MTZ a gęstością ($r = 0,559$, $p = 0,059$) (tab. 4). Nie stwierdzono także korelacji pomiędzy MTZ a szklistością ziarna zarówno przy a 1 ($r = 0,387$) (tab. 3) jak i a 2 ($r = 0,313$) (tab. 4). Analiza wyników badań Figla (2011) nie wykazała korelacji pomiędzy gęstością, masą tysiąca ziaren i szklistością, przy czym autor stwierdził, że ziarno o większej gęstości, MTZ na ogół charakteryzowało się większą szklistością.

Tabela 3. Współczynnik korelacji Pearsona pomiędzy analizowanymi właściwościami ziarna pszenicy dla wariantu a 1

Table 3. Pearson correlation coefficients between the analysed properties of wheat grain for variant a 1

Średnia Average	Gęstość ziarna Bulk density	MTZ (masa tysiąca ziaren) Weight of 1000 kernels	Szklistość Vitreousness
Gęstość ziarna Bulk density	1	0,582 $p = 0,047$	-0,111 $p = 0,731$
MTZ (masa tysiąca ziaren) Weight of 1000 kernels		1	0,387 $p = 0,214$
Szklistość Vitreousness			1

Tabela 4. Współczynnik korelacji Pearsona pomiędzy analizowanymi właściwościami ziarna pszenicy dla wariantu a 2

Table 4. Pearson correlation coefficients between the analysed properties of wheat grain for variant a 2

Średnia Average	Gęstość ziarna Bulk density	MTZ (masa tysiąca ziaren) Weight of 1000 kernels	Szklistość Vitreousness
Gęstość ziarna Bulk density	1	0,559 $p = 0,059$	-0,091 $p = 0,778$
MTZ (masa tysiąca ziaren) Weight of 1000 kernels		1	0,313 $p = 0,322$
Szklistość Vitreousness			1

WNIOSKI

1. Wykazano istotne zróżnicowanie badanych odmian pszenicy pod względem wskaźników technologicznych.
2. Odmiany pszenicy należące do grupy jakościowej A, z wyjątkiem odmiany Alcazar, na tle pozostałych grup B, C charakteryzowały się wyższymi wartościami gęstości ziarna w stanie zsylnym oraz masy tysiąca ziaren, przy czym różnice nie zawsze były statystycznie istotne.
3. Odmiany Markiza i Rapsodia należące do grupy C (pszenice pozostałe) charakteryzowały się istotnie wyższą szklistością w porównaniu do większości odmian z grupy A (Akteur, Alcazar, Finezja, Legenda, Tonacja) oraz wszystkich odmian z grupy B (Garantus, Nateja, Nutka).
4. Większość badanych odmian charakteryzowała się wyższą gęstością ziarna w stanie zsylnym i MTZ w przypadku materiału pozyskanego z wariantu doświadczenia a 2 niż z wariantu a 1.
5. Analiza korelacji Pearsona wykazała dodatnią, istotną, liniową zależność pomiędzy masą tysiąca ziaren a gęstością ziarna w stanie zsylnym w przypadku a 1.

Podziękowanie.

Autorki składają serdecznie podziękowanie prof. dr hab. E. Gacek, dyrektorowi Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) za udostępnienie materiału badawczego.

PIŚMIENNICTWO

- Bujak K., Frant M., 2010. Wpływ przedsejnej stymulacji nasion zmiennym polem magnetycznym na plonowanie i jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. *Acta Agrophysica*, 15(2), 233-245.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T., 1999. Cechy fizyko-chemiczne ziarna wybranych krajowych odmian pszenicy. *Pam. Puł.*, 118, 35-43.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Torba J., 2005. Wartość przemiałowa wybranych odmian pszenicy z hodowli „Nasiona Kobierzyc”. *Pam. Puł.*, 139, 27-38.
- Cacak-Pietrzak G., Gondek E., 2010. Właściwości przemiałowe ziarna orkiszowego i pszenicy zwyczajnej. *Acta Agrophysica*, 16 (2), 263-273.
- COBORU, 2011. Lista opisowa odmian. Rośliny rolnicze cz. 1. Słupia Wielka.
- Figiel A., 2011. Właściwości mechaniczne ziarna polskiej pszenicy twardej. *Inżynieria Rolnicza*, 134, 9, 23-30.
- Gaines C.S., Finney P.L., Andrews C., 1997. Influence of kernel size and shriveling on soft wheat milling and baking quality. *Cereal Chem.*, 74, 6, 700-704.
- Gondek E., Jakubczyk E., Sułek A., Cacak-Pietrzak G., 2009. Wpływ nawożenia azotem i prędkości ścinania na emisję akustyczną ziarna wybranych odmian pszenicy jarej. *Acta Agrophysica*, 14(2), 323-334.
- Harasim E., Wesołowska-Trojanowska M., 2010. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. *Pam. Puł.*, 152, 77-84.

- Jaskulska I., 2010. Wpływ nawożenia rekultywacyjnego na jakość ziarna pszenicy ozimej. *Pam. Puł.*, 152, 85-94.
- Kocoń A., Sułek A., 2010. Wpływ wilgotności podłoża oraz nawożenia azotem na wielkość plonu i wybrane parametry jakościowe ziarna pszenicy jarej. *Pam. Puł.*, 152, 121-129.
- Mazurkiewicz J., 2005. Porównanie jakości technologicznej pszenicy i żyta uprawianych w warunkach konwencjonalnych i gospodarstwa ekologicznego. *Acta Agrophysica*, 6(3), 729-741.
- Morgan, B.C, Dexter, J.E., Preston, K.R., 2000. Relationship of kernel size to flour water absorption for Canada western red spring wheat. *Cereal Chem.*, 77, 3, 286-292.
- PN-EN ISO 7971-3, 2010-Ziarno zbóż. Oznaczanie gęstości w stanie zsypanym, zwanej „masą hektolitrową” - Metoda rutynowa.
- PN-R-74008, 1970-Ziarno zbóż-Oznaczanie ziarn szklistych.
- PN-R-74017, 1968-Ziarno zbóż i nasiona strączkowe jadalne. Oznaczanie masy 1000 ziarn.
- Podolska G., Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Mikos M., Chrzanowski J., 2010. Wpływ sposobu aplikacji azotu na wartość technologiczną odmian pszenicy ozimej. *Pam. Puł.*, 152, 215-226.
- Rachoń L., Szumiło G., Czubacka M., 2012. Ocena szklistości ziarna wybranych odmian i gatunków pszenicy. *Annales, Sectio E, LXVII*, 1, 17-23.
- Romański L., Stopa R., 2005. Moduł sprężystości podłużnej ziarniaka pszenicy. *Inżynieria Rolnicza*, 64, 4, 183-190.
- Różyło R., Laskowski J., 2007. Analiza zależności pomiędzy fizycznymi i technologicznymi właściwościami ziarna pszenicy jarej. *Acta Agrophysica*, 9 (2), 459-470.
- Segit Z., Szwed-Urbaś K., 2009. Ocena struktury plonu i wartości technologicznej ziarna 6 linii pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Annales, Sectio E, LXIV*, 3, 120-128.
- Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej, 2011. GUS Warszawa.
- Woźniak A., 2006. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy jarej zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) i twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od poziomu agrotechniki. *Acta Agrophysica*, 8(3), 755-763.
- Woźniak A., 2009. Jakość ziarna pszenicy jarej odmiany Koksa w różnych systemach uprawy roli. *Acta Agrophysica*, 14(1), 233-241.
- Woźniak A., Gontarz D., 2011. Ocena wybranych wyróżników jakości ziarna pszenicy twardej odmiany Floradur w zależności od uprawy roli i nawożenia azotem. *Acta Agrophysica*, 18(2), 481-489.
- Woźniak A., Staniszewski M., 2007. Wpływ warunków pogodowych na jakość technologiczną ziarna pszenicy jarej cv. Opatka i pszenicy ozimej cv. Korweta. *Acta Agrophysica*, 9(2), 525-540.
- Woźniak A., Wesołowska-Trojanowska M., Gontarz D., 2008. Jakość ziarna pszenicy twardej odmiany Floradur w różnych systemach następstwa roślin. *Acta Agrophysica*, 11(2), 539-544.

CHARACTERISTICS OF SELECTED INDICATORS OF TECHNOLOGICAL VALUE OF WHEAT GRAIN

Małgorzata Kasprzak, Anna Wirkijowska

Engineering and Cereal Technology Department, University of Life Sciences,
ul. Skromna 8, 20-704 Lublin
e-mail: malgorzata.kasprzak@up.lublin.pl

Abstract. The aim of this study was to determine the technological value of 12 wheat varieties classified in different quality grades: A (Akteur, Alcazar, Finezja, Legenda, Ostka Smolicka, Tonacja), B (Garantus, Nateja, Nutka), C (Belenus, Markiza, Rapsodia). The research material came

from Research Centre for Cultivar testing and was diverse in terms of cultivation (basic agricultural techniques – a 1, advanced agricultural techniques – a 2). The studied wheat varieties were assessed for grain quality characteristics including bulk density, weight of thousand grains, content of vitreous grains. Wheat varieties belong to the quality grade A, compared to other quality grades, were characterised by higher values of bulk density and weight of thousand grains, with the exception of variety Alcazar. In most of the wheat varieties tested, higher bulk density and weight of thousand grains for grain came from advanced agricultural techniques (a 2) compared to basic agricultural techniques (a 1), although the differences were not always statistically significant. For seven of the studied varieties (Akteur, Alcazar, Legend, Tonacja, Garantus, Belenus, Markizas) a higher content of vitreous grains was noted for the advanced agricultural techniques. Most of the varieties studied showed no statistically significant differences in the content of vitreous grains when changing the agricultural technology level. Statistical analysis of measurement results showed significant differences in terms of wheat varieties in respect of studied physical properties. The study showed significant variation of wheat varieties in their physical characteristics. Pearson correlation analysis showed positive correlation between the weight of thousand grains and the bulk density in basic agricultural techniques (a 1). No correlation was recorded between the weight of thousand grains and vitreous grains in both variants a 1 and a 2.

Key words: wheat, quality grades, technological value