

OCENA WSKAŹNIKÓW JAKOŚCIOWYCH ZIARNA PSZENICY
POPULACYJNEJ I MIESZAŃCOWEJ W ZALEŻNOŚCI
OD TECHNOLOGII PRODUKCJI*

Jan Buczek, Dorota Bobrecka-Jamro

Katedra Produkcji Roślinnej, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski
ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów
e-mail: janbuczek7@gmail.com

Streszczenie. Doświadczenie przeprowadzono w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Przeclawiu (50°11' N, 21°29' E) koło Mielca. Badano wpływ technologii produkcji na wybrane wskaźniki jakościowe i skład frakcyjny białka w ziarnie odmian pszenicy populacyjnej i mieszańcowej. Technologie produkcji modelowano, różnicując intensywność nawożenia NPK i ochrony chemicznej roślin. Wzrost intensywność produkcji powodował poprawę cech jakościowych a także nagromadzenie w ziarnie bardziej wartościowej frakcji białek zapasowych glutenin, zaś w mniejszej ilości gliadyn oraz albumin i globulin. Ziarno odmiany populacyjnej Bogatka wyróżniało się lepszą jakością, zwłaszcza wyższą zawartością glutenu mokrego oraz cechowało się dobrą gęstością i celnością ziarna a także wyższą masą tysiąca ziaren. Spośród odmian, mieszańcowa odmiana Hymack wykazywała istotnie mniejsze wartości badanych parametrów, a różnica w ilości frakcji białka gliadyn i glutenin w odniesieniu do odmiany Bogatka wynosiła 12,0 i 17,7%. Stwierdzony ilościowy stosunek frakcji gliadyn do glutenin w ziarnie odmian pszenicy może sugerować pewne obniżenie jakości wypiekowej białek glutenowych.

Słowa kluczowe: technologie produkcji, pszenica populacyjna, pszenica mieszańcowa, jakość ziarna pszenicy, frakcje białka

WSTĘP

Wartość przemiałowa ziarna i wypiekowa mąki pszennej zależy od wielu jakościowych i fizycznych cech ziarna określonych przez twardość, zawartość białka i glutenu, wskaźnik sedymentacji, liczbę opadania, celność i wyrównanie oraz gęstość (Różyło i Laskowski 2007, Cacak-Pietrzak i Gondek 2010, Podolska i in. 2010).

*Badania prowadzono w ramach finansowanego projektu badawczego własnego z Narodowego Centrum Nauki nr N N310 003140.

Podstawowym kryterium decydującym o przydatności ziarna pszenicy do celów spożywczych, jest ilość i jakość białka. Właściwości białka zmieniają się w zależności od czynników oddziałujących zarówno w okresie wzrostu roślin pszenicy i dojrzewania ziarna, jak i po zbiorze w trakcie jego suszenia, przechowywania i przetwarzania (Ducsay i Lożek 2004, Shewry 2007).

Spośród elementów technologii produkcji oddziałujących w okresie wegetacji pszenicy, nawożenie azotowe, ale również ochrona roślin najmocniej wpływają na zawartość białek glutenowych w ziarnie, powodując zróżnicowanie ilości glutenu oraz zawartość gliadyn, zwłaszcza typu ω i γ oraz cennych podjednostek gluteninowych HMW (Konopka i in. 2007b, Stępień i in. 2014).

Wielkość tych zmian zależy nie tylko od czynników środowiskowych czy technologii uprawy, ale również od genotypu odmiany pszenicy. Każda odmiana posiada samodzielny zestaw genów, które kontrolują syntezę białek glutenowych i wpływają na wytworzenie różnego jakościowo glutenu. Ponadto genotyp decyduje także o reakcji odmiany na czynniki zewnętrzne w okresie wegetacji oraz po jej zakończeniu, co warunkuje określoną wartość cech jakościowych ziarna pszenicy (Knapowski i Ralcewicz 2004, Miś 2005).

Obecnie stabilne plony wśród gatunków samopylnych zbóż mogą gwarantować odmiany mieszańcowe pszenicy. Genotyp tych odmian charakteryzuje się nie tylko w porównaniu z odmianami populacyjnymi wyższym poziomem plonowania w zakresie od 3,5 do 15,0%, lecz odznacza się również dobrą odpornością na choroby i wyleganie, dużą zdolnością adaptacyjną, tolerancją na jakość gleb oraz stresowe warunki środowiska (Longin i in. 2012, Whitford i in. 2013).

Hipoteza badawcza zakłada zróżnicowanie, ale też poprawę cech jakościowych i składu frakcyjnego białka w ziarnie odmian pszenicy populacyjnej i mieszańcowej w wyniku stosowania technologii o zmiennych nakładach na środki produkcji. Celem pracy było określenie wpływu poziomu technologii produkcji na wybrane wskaźniki fizyczne i chemiczne oraz skład frakcyjny białka w ziarnie odmian pszenicy populacyjnej i mieszańcowej.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2011-2014 w Przecławiu (50°11' N, 21°29' E) koło Mielca na terenie Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian. Dwuczynnikowe doświadczenie polowe założono w układzie split-plot. Zlokalizowano je na glebie brunatnej właściwej wytworzonej z lessu, zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego.

Doświadczenie obejmowało dwa czynniki:

– technologie produkcji (ekstensywna, niskonakładowa, średnionakładowa, wysokonakładowa),

– odmiany pszenicy (Batuta i Bogatka – populacyjne, Hybred i Hymack – mieszańcowe).

Siewu zaprawionych nasion (w technologii ekstensywnej nie stosowano zaprawy) dokonano w trzeciej dekadzie września a zbioru plonu w drugiej dekadzie sierpnia. Norma wysiewu zdolnych do kielkowania nasion wynosiła 400 sztuk na 1 m² dla odmian populacyjnych oraz 220 sztuk na 1 m² dla odmian mieszańcowych. Nasiona do siewu pochodziły z Hodowli Roślin Danko (odmiany populacyjne) oraz firmy nasiennej Saaten-Union Polska Sp. z o. (odmiany hybrydowe).

Zastosowane technologie produkcji różniły się między sobą poziomem nawożenia oraz chemiczną ochroną roślin przed chwastami, chorobami, szkodnikami oraz wylęgnięciem roślin (tab. 1).

Tabela 1. Charakterystyka technologii stosowanych w uprawie pszenicy ozimej

Table 1. Characteristic of compared technologies of winter wheat production

| Technologia Technology | Nawozy Fertilizers (kg·ha ⁻¹) | | | Liczba zabiegów (dawka w dm ³ ·ha ⁻¹) Number of treatments (dose in dm ³ ·ha ⁻¹) | | | |
|---------------------------|---|----|----|---|-------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| | N | P | K | Herbicydy Herbicides | Fungicydy Fungicides | Insektocydy Insecticides | Retardant Growth regulator |
| A* | – | – | – | – | – | – | – |
| B | 60 | 15 | 30 | 1 (2,0) | – | – | – |
| C | 90 | 35 | 60 | 1 (2,0) | 1 (1,2) | 1 (0,5) | – |
| D | 120 | 55 | 90 | 1 (1,2+0,15) | 2 (1,2+1,2) | 1 (0,1) | 1 (0,4) |

A* – Ekstensywna – Extensive, B – Niskonakładowa – Low input, C – Średnionakładowa – Medium input, D – Wysokonakładowa – High input.

W technologii ekstensywnej traktowanej jako obiekt porównawczy nie wykonywano nawożenia mineralnego oraz zabiegów pestycydowych. W technologii niskonakładowej i średnionakładowej stosowano następujące preparaty Chwastox Turbo 340 SL, Bi 58 Nowy EC 400 i Juwell TT 483 SE. Natomiast w technologii wysokonakładowej aplikowano na chwasty Puma Uniwersal 069 EW i Sekator 125 OD, na szkodniki Karate Zeon 050 CS a na choroby Juwell TT 483 SE i Swing Top 183 SE. Dodatkowo wykonano oprysk retardantem wzrostu Moddus 250 EC oraz dwukrotne nawożenie dolistne Ekolistem Standard w dawce 3,0 dm³·ha⁻¹.

Materiał do analizy towaroznawczej stanowiło ziarno pobrane z każdego poletka doświadczenia. Ziarno zebrano w fazie dojrzałości pełnej kombajnem poletkowym firmy Wintersteiger.

Próbki ziarna poddano analizie laboratoryjnej, oznaczając w dwóch powtórzeniach: zawartość azotu ogólnego metodą Kjeldahla, przeliczając na białko ogólne,

stosując mnożnik 5,70, zawartość glutenu – metodą wagową (przez wymywanie w 2-procentowym NaCl, PN-77/A-74041), wskaźnik sedymentacji metodą Zelenyego (PN-ISO 5529). Gęstość ziarna w stanie zsypanym oznaczono zgodnie z Polską Normą (PN-EN ISO 7971-3), a celność ziarna wykonano zgodnie z Normą Branżową (BN-69/9131-02). Masę tysiąca ziaren (MTZ) obliczono po przeliczeniu na 14% wilgotności, odliczając 2×500 ziaren (PN-68R-74017), a oznaczanie szklistości ziaren przeprowadzano za pomocą farinotomu zgodnie z PN-70-R-74008.

Frakcje białek ekstrahowano według metody Wiesera i in. (1998). Albuminy ekstrahowano wodą destylowaną, globuliny mieszaniną NaCl i HKNaPO₄, gliadyny 60% etanolem oraz gluteniny w mieszaninie 50% propanol-1 + 2m mocznik + tris HCl i 1 + DTE pod azotem. Detekcję przeprowadzono przy długości fali 210 nm.

Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, wykorzystując program statystyczny Analwar-5FR oraz Statistica. Wyliczono najmniejsze istotne różnice za pomocą testu Tukeya, na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Tabela 2. Warunki pogodowe w czasie wegetacji pszenicy ozimej
Table 2. Weather conditions over the vegetation period of winter wheat

| Rok Year | a* | b* | Wegetacja wiosenno – letnia Spring – summer vegetation period | | | | | | c* |
|--------------------------------|-------|-------|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | III | IV | V | VI | VII | VIII | |
| Temperatura – Temperature (°C) | | | | | | | | | |
| 2011/2012 | 8,2 | -2,8 | 3,9 | 9,9 | 14,7 | 18,2 | 20,8 | 18,4 | 8,6 |
| 2012/2013 | 9,4 | -2,1 | -1,25 | 8,8 | 15,0 | 18,5 | 19,4 | 18,6 | 8,4 |
| 2013/2014 | 8,7 | 0,8 | 5,4 | 8,8 | 13,3 | 15,1 | 19,3 | 17,7 | 9,0 |
| 1956-2012 | 8,6 | -1,3 | 2,6 | 8,8 | 14,2 | 17,5 | 19,4 | 18,1 | 8,5 |
| Opady – Rainfall (mm) | | | | | | | | | |
| 2011/2012 | 41,1 | 101,7 | 27,8 | 21,7 | 66,7 | 66,9 | 65,6 | 61,8 | 453,3 |
| 2012/2013 | 151,7 | 127,9 | 73,6 | 39,4 | 111,7 | 192,4 | 58,3 | 21,2 | 776,2 |
| 2013/2014 | 170,8 | 56,1 | 49,6 | 34,8 | 108,9 | 71,7 | 146,8 | 101,8 | 740,5 |
| 1956-2012 | 135,7 | 101,1 | 5,9 | 48,1 | 39,2 | 79,3 | 101,6 | 71,3 | 612,2 |

a* – Wegetacja jesienna – Autumn vegetation period (IX – XI), b* – Spoczynek zimowy – Winter rest (XII – II), c* – Średnia/Suma (od siewu do zbioru) – Mean/Sum (from sowing to harvest).

W okresie wegetacji pszenicy ozimej średnia temperatura powietrza w latach badań była do siebie zbliżona w zakresie od 8,6 i do 9,0°C, przy średniej wieloletniej temperaturze powietrza wynoszącej 8,5°C (tab. 2). Pierwszy sezon wegetacyjny należy określić jako dość suchy, szczególnie w okresie wegetacji jesiennej, przy czym mała ilość opadów również wystąpiła w trzecim roku badań w czasie spoczynku zimowego pszenicy. Suma opadów atmosferycznych w ostatnich dwóch latach ba-

dań była wyższa o 21,1 i o 17,3% od średniej sumy z wielolecia. Sezon wegetacyjny 2011/2012 charakteryzował się najmniejszą ilością opadów (453,3 mm) odbiegającą od średniej wieloletniej o 26,0%.

WYNIKI I DYSKUSJA

Cechy chemiczne ziarna zależały od technologii produkcji, genotypu odmiany i lat badań (tab. 3). Najwyższą zawartość białka w ziarnie – 14,9% a także glutenu mokrego (31,7%) i wskaźnika sedymentacji (41,6 ml) stwierdzono w ziarnie z obiektów, na których stosowano technologię wysokonakładową. Także Kwiatkowski i in. (2006) stwierdzili, iż wyższy poziom agrotechniki niezależnie od odmiany pszenicy, stymuluje w sposób wyraźny poprawę parametrów jakościowych. Podolska (2008) podaje, że istotnym elementem technologii powodującym wzrost zawartości białka, glutenu i wskaźnika sedymentacji w ziarnie pszenicy jest dawka azotu i sposób jej aplikacji, a według Pietrygi i Drzewieckiego (2007) również stosowanie zarówno pełnych, jak i zredukowanych dawek herbicydów.

Zastosowanie w technologii średnionakładowej nawożenia NPK oraz kompleksowej ochrony roślin na średnim poziomie nie wpłynęło w odniesieniu do technologii niskonakładowej na istotny wzrost ilości glutenu i wskaźnika sedymentacji. Wskazuje to, o czym donoszą prace Rharrabtiego i in. (2003) oraz Podolskiej (2008), że parametry jakościowe ziarna są również determinowane warunkami środowiskowymi oraz genotypem pszenicy. Najwyższą zawartość białka (14,5%) i glutenu (30,5%) uzyskano w okresie wegetacyjnym 2011/12 charakteryzującym się temperaturą zbliżoną do wieloletniej i umiarkowanymi opadami. W sezonie 2012/13 z obfitymi opadami, zwłaszcza w miesiącach letnich wartości tych cech były istotnie najniższe. Według Daniel i Triboi (2000) nadmiar opadów oraz stres termiczny powoduje nie tylko zróżnicowanie zawartości białka, a także osłabia mechaniczną wytrzymałość glutenu, na co wpływa w tych warunkach większa szybkość syntezy białek gliadynowych niż gluteninowych.

Spośród analizowanych odmian, populacyjna odmiana Bogatka wyróżniała się tendencją do większych wartości białka i wskaźnika sedymentacji, a zwłaszcza glutenu mokrego. Natomiast odmiana mieszańcowa Hymack wykazywała istotnie mniejszą wartość badanych parametrów niż pozostałe odmiany. Interakcja odmiany z technologią potwierdziła wzrost zawartości cechy chemicznych w ziarnie u wszystkich odmian wraz ze zwiększaniem poziomu nakładów technologii produkcji. Oznaczony zakres i średnie zawartości białka, glutenu i testu sedymentacji odmian pszenic ozimych nie odbiegały zasadniczo od podawanych wartości tych parametrów w pracach Ducsay i Ložek (2004), Budzyńskiego i in. (2008) oraz Dubisa i Borysewicz (2008).

Tabela 3. Cechy chemiczne ziarna pszenicy (średnie z 3 lat)**Table 3.** Chemical properties of wheat grain (means for 3 years)

| Kombinacja Treatment | Białko ogółem Total protein (%) | Gluten mokry Wet gluten (%) | Wskaźnik sedymentacji Sedimentation index (ml) |
|---|---------------------------------------|-----------------------------------|---|
| Technologie produkcji – Production technology | | | |
| A* | 12,9 a | 24,8 a | 26,0 a |
| B | 13,8 b | 29,4 b | 37,2 b |
| C | 14,6 c | 29,4 b | 38,2 b |
| D | 14,9 d | 31,7 c | 41,6 b |
| NIR – LSD (0.05) | 0,42 | 1,83 | 10,20 |
| Odmiany – Cultivars | | | |
| Batuta | 14,3 a | 29,0 a | 36,9 a |
| Bogatka | 14,4 a | 30,6 b | 38,3 a |
| Hybred | 14,2 a | 28,7 c | 36,2 a |
| Hymack | 13,3 b | 27,0 d | 31,9 b |
| NIR – LSD (0.05) | 0,21 | 1,38 | 2,40 |
| Lata – Years | | | |
| 2011/2012 | 14,5 a | 30,5 a | 34,6 a |
| 2012/2013 | 13,6 b | 26,9 b | 37,2 a |
| 2013/2014 | 14,1 c | 28,9 c | 35,7 a |
| NIR – LSD (0.05) | 0,44 | 1,53 | r.n. |
| Średnio – Mean | 14,10 | 28,80 | 35,80 |

A* – Objasnienia w tabeli 1 – Explanation in Table 1,

a, b, c – wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p = 0,05$ – values marked with the same latter do not differ significantly at $p = 0.05$,

r.n. – różnice nieistotne – n.s. – differences not significant.

Również cechy fizyczne ziarna były związane z odmianą i zależały od jej genotypu (tab. 4). Ziarno odmiany populacyjnej Bogatka i mieszańcowej Hybred cechowała wyższa MTZ oraz gęstość ziarna. Uzyskana MTZ wszystkich odmian mieściła się w zakresie (od 36,5 do 45,5 g) podawanym dla pszenicy przez Cacak-Pietrzak i Gondek (2010) a średnia gęstość ziarna ($79,6 \text{ kg}\cdot\text{hl}^{-1}$) była nieco wyższa od uzyskanej ($75,1 \text{ kg}\cdot\text{hl}^{-1}$) przez Podolską i in. (2010) w przypadku odmian pszenic z grupy A.

W badaniach własnych, odmiana mieszańcowa Hybred wyróżniała się podobnie jak populacyjna Batuta, lepszą szklistością i celnością ziarna. Natomiast istotnie gorszymi parametrami fizycznymi ziarna z wyjątkiem gęstości w stanie

usypowym, odznaczała się mieszańcowa odmiana Hymack. Różyło i Laskowski (2007) podają, że ziarniaki charakteryzujące się wyższą szklistością posiadają zarówno wyższą zawartość białka, glutenu, jak i wartość wskaźnika sedymentacji. Taką zależność udowodniono dla odmiany Batuta, a nie wykazano dla odmiany Bogatka. Potwierdzono interakcję pomiędzy odmianą a technologią. W efekcie tego udowodniono, że odmiana Batuta i Hybred reagowała istotnym wzrostem szklistości i celności ziarna na obiektach z technologią średnio i wysokonakładową. U odmiany Hymack takiej zależności jednak nie potwierdzono. Uprawa pszenicy w technologii wysokonakładowej spowodowała uzyskanie ziarna o wysokiej MTZ (40,2 g) oraz największej szklistości (69,0%), gęstości (81,9 kg·hl⁻¹) i celności (92,5%) ziarna. Natomiast wartość omawianych parametrów istotnie zmniejszała się wraz z ekstensyfikacją technologii. Wpływ intensyfikacji wybranych zabiegów agrotechnicznych na

Tabela 4. Cechy fizyczne ziarna pszenicy (średnie z 3 lat)

Table 4. Physical properties of wheat grain (means for 3 years)

| Kombinacja Treatment | Masa tysiąca ziaren Weihtg of 1000 grains (g) | Szklistość ziarna Vitreosity of grain (%) | Gęstość ziarna Test weight (kg·hl ⁻¹) | Celność ziarna Uniformity of grain (%) |
|---|--|--|---|--|
| Technologie produkcji – Production technology | | | | |
| A* | 38,5 a | 39,6 a | 78,5 a | 88,5 a |
| B | 39,4 ac | 51,9 b | 79,1 a | 89,0 a |
| C | 41,4 bc | 59,0 c | 78,8 a | 90,5 a |
| D | 40,2 b | 69,0 d | 81,9 b | 92,5 a |
| NIR – LSD (0.05) | 2,51 | 5,00 | 2,63 | r.n. |
| Odmiany – Cultivars | | | | |
| Batuta | 39,6 ac | 61,2 a | 77,5 a | 92,1 a |
| Bogatka | 41,2 a | 50,6 b | 80,1 a | 89,9 bc |
| Hybred | 40,3 a | 60,1 a | 81,0 a | 90,1 ac |
| Hymack | 37,8 bc | 47,6 b | 79,9 a | 88,2 bc |
| NIR – LSD (0.05) | 2,20 | 3,69 | r.n. | 2,45 |
| Lata – Years | | | | |
| 2011/2012 | 39,5 a | 57,9 a | 80,6 a | 91,8 a |
| 2012/2013 | 39,7 a | 56,8 a | 79,3 b | 90,9 a |
| 2013/2014 | 40,4 a | 49,9 b | 78,8 b | 87,6 a |
| NIR – LSD (0.05) | r.n. | 4,52 | 1,04 | r.n. |
| Średnio – Mean | 39,9 | 54,9 | 79,6 | 90,1 |

A* – Objaśnienia w tabeli 1 – Explanation in Table 1, a, b, c – Objaśnienia w tabeli 3 – Explanation in Table 3, r.n.– różnice nieistotne – n.s.– differences not significant.

cechy fizyczne ziarna pszenicy określany był przez wielu autorów (Kwiatkowski i in. 2006, Różyło i Laskowski 2007, Podolska 2008, Kasprzak i Wirkijowska 2013). Również czynnik pogodowy, a głównie wysokość opadów, decydowały o wielkości ocenianych cech fizycznych ziarna (Rharrabti i in. 2003, Podolska 2008). Ziarno pszenicy w sezonie 2011/12, o mniejszej ilości opadów, było drobniejsze, o niższej masie 1000 ziaren, lecz cechowało się większą gęstością i szklistością. Technologie produkcji i analizowane odmiany pszenicy determinowały również skład frakcyjny białka (tab. 5). Stwierdzono istotne zwiększenie albumin i globulin w ziarnie z uwzględnionych w badaniach technologii w porównaniu do technologii ekstensywnej. Najwyższą różnicę tj. 10,0% w nagromadzeniu albumin i globulin uzyskano w ziarnie z technologii średnio nakładowej w odniesieniu do ekstensywnej. Wzrost nakładów technologii a zwłaszcza wyższe nawożenie NPK nie różnicowało znacząco tej frakcji białek. Również Kindred i in. (2007) wykazali istotnie ujemną korelację między dawkami azotu a zawartością albumin oraz globulin w ziarnie form ozimych pszenicy w fazie dojrzałości woskowej. Natomiast Stępień i in. (2014) uzyskali wzrost o 7,6% tej frakcji białek w ziarnie pszenicyta ozimego nawożonego dawką 120,0 kg·ha⁻¹ azotu z dodatkiem nawozu wieloskładnikowego azofoski, lecz tylko w pierwszym roku badań.

Wyższy poziom nakładów technologii produkcji sprzyjał gromadzeniu białek glutenowych jako podstawowych, które warunkują dominującą pozycję pszenicy wśród zbóż (Shewry 2007, Podolska 2008, Stępień i in 2014). Średni przyrost zawartości gliadyn i glutenin w ziarnie z technologii wysokonakładowej do obiektu ekstensywnego wynosił odpowiednio 26,5 i 25,9% a suma białek była wyższa o 22,6%. Wzrost zawartości w ziarnie białek glutenowych w wyniku odpowiedniej technologii produkcji a zwłaszcza nawożenia azotem potwierdzono w badaniach Domskiej i in. (2003), Kindreda i in. (2007) oraz Stępień i Wojtkowiak (2013).

Oceniane odmiany pszenicy charakteryzowały się podobnym rozmieszczeniem frakcji białkowych w ziarnie, stwierdzonym w badaniach Konopki i in. 2007a. Białka rozpuszczalne (albuminy i globuliny) stanowiły od 19,1 do 20,9% całkowitej sumy białek, przy czym najwięcej gromadziło ich ziarno populacyjnej odmiany Batuta (tab. 5). Odmiana populacyjna Bogatka wyróżniała się istotnie wyższą zawartością gliadyn i glutenin, o 12,0 i 17,7% w porównaniu z hybrydową Hymack, w ziarnie której uzyskano najniższe wartości tych frakcji spośród ocenianych odmian. Podobne zróżnicowanie odmianowe frakcji gliadyn i glutenin w pszenicy stwierdzili w swoich badaniach Shewry (2007) oraz Stępień i Wojtkowiak (2013).

Tabela 5. Frakcje białek w ziarnie – wartości wyrażone w tysiącach $\text{mAU} \cdot \text{s}^{-1}$ (średnie z 3 lat)
Table 5. Composition of proteins in grain – peak areas expressed in thousands $\text{mAU} \cdot \text{s}^{-1}$ (means for 3 years)

| Kombinacja Treatment | Albuminy + Globuliny Albumins + Globulins | Gliadyny Gliadins | Gluteniny Glutenins | Suma białek Sum of protein |
|---|--|----------------------|------------------------|----------------------------------|
| Technologie produkcji – Production technology | | | | |
| A* | 12,37 a | 24,01 a | 18,01 a | 54,39 a |
| B | 13,28 b | 29,97 b | 21,79 b | 65,04 b |
| C | 13,74 b | 32,23 c | 22,95 bd | 68,92 b |
| D | 13,33 b | 32,68 c | 24,30 cd | 70,31 c |
| NIR – LSD (0.05) | 0,523 | 2,412 | 2,110 | 8,321 |
| Odmiany – Cultivars | | | | |
| Batuta | 13,65 a | 30,09 ac | 22,02 a | 65,76 ac |
| Bogatka | 13,13 b | 31,31 bc | 24,34 b | 68,78 a |
| Hybred | 13,30 b | 29,90 a | 20,66 a | 63,86 bc |
| Hymack | 12,63 b | 27,59 a | 20,04 a | 60,26 b |
| NIR – LSD (0.05) | 0,685 | 2,753 | 2,140 | 3,860 |
| Lata – Years | | | | |
| 2011/2012 | 10,73 a | 23,70 a | 16,78 a | 51,21 a |
| 2012/2013 | 13,26 b | 27,61 a | 19,30 a | 60,17 b |
| 2013/2014 | 15,55 c | 37,85 b | 29,21 b | 82,61 c |
| NIR – LSD (0.05) | 1,073 | 4,970 | 2,821 | 7,197 |
| Średnio – Mean | 13,18 | 29,72 | 21,76 | 64,66 |

A* – Objasnienia w tabeli 1 – Explanation in Table 1,
a, b, c – Objasnienia w tabeli 3 – Explanation in Table 3.

Spośród analizowanych frakcji białkowych ziarna pszenicy najmniejszy udział stanowiły białka albuminowe i globulinowe (20,4%), przy najwyższym poziomie (46,0%) frakcji gliadyn (tab. 6). Stosunek frakcji gliadyn do glutenin (1,39) zarówno w ziarnie odmian populacyjnych i mieszańcowych był wyższy od uzyskanego przez Konopkę i in. (2007b) dla pszenicy jakościowej, który wynosił 1,0. Może to świadczyć o znacznej potencjalnej przewadze lepkich cech białka nad sprężystymi i pogorszeniem wartości technologicznej białka, na co zwraca uwagę Stępień i Wojtkowiak (2013).

Wyższą zawartość frakcji białkowych w ziarnie badanych odmian stwierdzono w ostatnich dwóch sezonach wegetacyjnych pszenicy, które charakteryzowały się większą od średniej sumy z wielolecia ilością opadów. Według Mikhaylenko

i in. (2000) i Warechowskiej (2004) ilość i jakość białka w ziarnach zbóż, zależy w dużym stopniu od warunków pogodowych w latach badań, przy czym jak podaje Konopka i in. (2007b) stres wodny i niedobór opadów silnie różnicują skład białka w ziarnie pszenicy.

Tabela 6. Procentowy udział frakcji białka w stosunku do ogólnej zawartości białka w ziarnie (średnie z 3 lat)

Table 6. Percentage shares of protein fractions in total protein content of grain (means for 3 years)

| Kombinacja Treatment | Albuminy + Globuliny Albumins + Globulins | Gliadyny Gliadins | Gluteniny Glutenins | Gli/Glu* |
|---|--|----------------------|------------------------|----------|
| Technologie produkcji – Production technology | | | | |
| A* | 22,7 | 44,2 | 33,1 | 1,36 |
| B | 20,4 | 46,1 | 33,5 | 1,39 |
| C | 19,5 | 47,0 | 33,5 | 1,44 |
| D | 18,9 | 46,5 | 34,6 | 1,36 |
| Odmiany – Cultivars | | | | |
| Batuta | 20,7 | 45,8 | 33,5 | 1,39 |
| Bogatka | 19,1 | 45,5 | 35,4 | 1,29 |
| Hybred | 20,9 | 46,8 | 32,3 | 1,46 |
| Hymack | 20,6 | 46,0 | 33,4 | 1,41 |
| Lata – Years | | | | |
| 2011/2012 | 20,9 | 46,3 | 32,8 | 1,42 |
| 2012/2013 | 21,8 | 46,1 | 32,1 | 1,45 |
| 2013/2014 | 18,4 | 45,8 | 35,9 | 1,30 |
| Średnio – Mean | 20,4 | 46,0 | 33,7 | 1,39 |

Gli/Glu* – Stosunek frakcji gliadyn do glutenin – Proportion of gliadins to glutenins,

A* – Objaśnienia w tabeli 1 – Explanation in Table 1,

a, b, c – Objaśnienia w tabeli 3 – Explanation in Table 3.

WNIOSKI

1. Wzrost poziomu agrotechniki przyczynił się do poprawy dorodności i szklistości ziarna oraz ilości i jakości glutenu.

2. Ziarno odmiany populacyjnej Bogatka w porównaniu do pozostałych odmian odznaczało się tendencją do większych zawartości białka a zwłaszcza glutenu mokrego, wskaźnika sedymentacji oraz cechowało się dobrą gęstością, celnością ziarna i MTZ.

3. Odmiana mieszańcowa Hymack wykazywała istotnie mniejsze wartości badanych parametrów w porównaniu do pozostałych odmian a różnica w ilości

frakcji białka gliadyn i glutenin w odniesieniu do odmiany Bogatka wynosiła odpowiednio 12,0% i 17,7%.

4. W wyniku stosowanych technologii produkcji proporcje między frakcjami białkowymi gliadyn i glutenin w ziarnie badanych odmian pszenicy mogą sugerować pewne obniżenie jakości wypiekowej białek glutenowych.

5. Decydujący wpływ na wartości analizowanych cech jakościowych oraz skład frakcyjny białka w ziarnie miały warunki pogodowe panujące w okresie wegetacji pszenicy.

PIŚMIENNICTWO

- Budzyński W., Bielski S., Borysewicz J., 2008. Wpływ nawożenia azotem na jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 25(1), 39-49.
- Cacak-Pietrzak G., Gondk E., 2010. Właściwości przemiałowe ziarna orkisz i pszenicy zwyczajnej. *Acta Agrophysica*, 16 (2), 263-273.
- Daniel C., Tribol E., 2000. Effects of temperature and nitrogen nutrition on the grain composition of winter wheat: Effects on gliadin content and composition. *J. Cereal Sci.*, 32, 45-56.
- Domska D., Wojtkowiak K., Warechowska M., Raczkowski M., 2003. Wpływ nawożenia organiczno-mineralnego na plonowanie jęczmienia jarego i jakość ziarna. Część II. Skład białka i zawartość aminokwasów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 494, 99-104.
- Dubis B., Borysewicz J. 2008. Wpływ nawożenia azotem na plon i technologiczną jakość wybranych odmian pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 25(1), 110-120.
- Ducsay L., Lożek O. 2004. Effect of topdressing with nitrogen on the yield and quality of winter wheat grain. *Plant Soil Environ.*, 50, 309-314.
- Kasprzak M., Wirkijowska A., 2013. Charakterystyka wybranych wskaźników technologicznych ziarna pszenicy zwyczajnej. *Acta Agrophysica*, 20(1), 77-89.
- Kindred D.R., Verhoevena T.M.O., Weightmana R.M., Swanstonb J.S., Aguc R.C., Brosnanc J.M., Sylvester-Bradley R., 2008. Effects of variety and fertiliser nitrogen on alcohol yield, grain yield, starch and protein content, and protein composition of winter wheat. *J. Cereal Sci.*, 48, 46-57.
- Knapowski T., Ralcewicz M., 2004. Ocena wskaźników jakościowych ziarna i mąki pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotem. *Ann. UMCS Sec. E*, 59(2), 959-968.
- Konopka I., Fornal Ł., Dziuba M., Czaplicki S., Nałęcz D., 2007a. Composition of proteins in wheat grain obtained by sieve classification. *J. Sci. Food Agric.*, 87(12), 2198-2206.
- Konopka I., Tańska M., Pszczółkowska A., Fordoński G., Kozłok W., Olszewski J., 2007b. The effect of water stress on wheat kernel size, color and protein composition. *Pol. J. Nat. Sci.*, 2, 157-171.
- Kwiatkowski C., Wesołowski M., Harasim E., Kubecki J., 2006. Plon i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej w zależności od poziomu agrotechniki. *Pam. Puł.*, 142, 277-286.
- Longin C.F.H., Mühleisen J., Maurer H.P., Zhang H., Gowda M., Reif J.C., 2012. Hybrid breeding in autogamous cereals. *Theor. Appl. Genet.*, 125, 1087-1096.
- Mikhaylenko G.G., Czuchajowska Z., Baik B.K., Kidwell K.K., 2000. Environmental influences on flour composition, dough rheology and baking quality of spring wheat. *Cereal Chem.*, 77, 507-511.
- Miś A., 2005. Wpływ wybranych czynników na wodochłonność i właściwości reologiczne glutenu pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L). *Acta Agrophysica*, 128, Rozprawy i monografie, 8.
- Pietryga J., Drzewiecki S., 2007. Redukcja dawek herbicydów w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotowego a wysokość i jakość plonowania pszenicy jarej. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 47(3), 234-237.

- 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.
- 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.
- Rharrabti Y., Royo C., Villegas D., Aparicio N., Gracia del Maoral L. F. 2003. Durum wheat quality in Mediterranean environments I. Quality expression under different zones, latitudes and water regime across Spain. *Field Crops Res.*, 80, 123-131.
- Różyło R., Laskowski J., 2007. Analiza zależności pomiędzy fizycznymi i technologicznymi właściwościami ziarna pszenicy jarej. *Acta Agrophysica*, 9 (2), 459-470.
- Shewry P.R., 2007. Improving the protein content and composition of cereal grain. *J. Cereal Sci.*, 46, 239-250.
- Stępień A., Wojtkowiak K., 2013. Composition of gluten proteins in spring and winter wheat grain cultivated under conditions of varied fertilization. *Acta Agr. Scand., B-S P.* 63(7), 588-594.
- Stępień A., Wojtkowiak K., Orzech K., 2014. Wpływ sposobu nawożenia azotem na jakość ziarna pszenicy jarego odmiany Milewo. Część I – zawartość i skład frakcyjny białka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 576, 141-150.
- Warechowska M., 2004. Ocena jakościowa ziarna pszenicy jarego nawożonego zróżnicowanymi dawkami azotu i cynku. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 502, 395-402.
- Whitford R., Fleury D., Reif J.C., Garcia M., Okada T., Korzun V., Langridge P., 2013. Hybrid breeding in wheat: technologies to improve hybrid wheat seed production. *J. Exp. Bot.*, 64, 5411-5428.
- Wieser H., Antes S., Seilmeier W., 1998. Quantitative determination of gluten protein types in wheat flour by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Cereal Chem.*, 75(5), 544-650.
- Wojtkowiak K., Stępień A., Tańska M., Konopka I., Konopka S., 2013. Impact of nitrogen fertilization on the yield and content of protein fractions in spring triticale grain. *Afr. J. Agric. Res.*, 8(28), 3778-3783.

ASSESSMENT OF QUALITATIVE PARAMETERS OF POPULATION AND HYBRID WHEAT GRAIN DEPENDING ON THE PRODUCTION TECHNOLOGY

Jan Buczek, Dorota Bobrecka-Jamro

Faculty of Plant Production, Department of Biology and Agriculture,
Rzeszów University
ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów
e-mail: janbuczek7@gmail.com

Abstract. The experiment was carried out at the Experimental Station of Cultivar Assessment in Przecław near Mielec. The effect of intensity of production technology on some qualitative indices and protein fractional composition in the grain of population and hybrid wheat cultivars were examined. An increase in production technology intensity resulted in growing values of qualitative traits, as well as in accumulation of glutenins in grain, that is the more valuable fraction of storage proteins, and a smaller amount of gliadins, as well as albumins and globulins. Grain of the population cultivar Bogatka stood out with a better quality, particularly a higher content of wet gluten, and was characterised by good test weight and grain uniformity, as well as a higher thousand grain weight. The hybrid cultivar Hymack showed significantly lower values of the studied parameters,

and the differences in the amounts of protein fractions of gliadins and glutenins in relation to the cultivar Bogatka were 12.0 and 17.7%. The observed quantitative ratio of gliadin to glutenin fractions in grain of wheat cultivars may suggest a certain decrease in the qualitative value of protein.

Keywords: production technology, population wheat, hybrid wheat, quality of wheat grain, composition of protein fractions