



¹ PZZ LUBELLA GMW Sp. z o.o. Sp. k., ul. Wrotkowska 1, 20-469 Lublin, Polska

² Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa,

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin, Polska

³ Katedra Herbologii i Technik Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, Polska

* e-mail: leszek.rachon@up.lublin.pl

ANETA BOBRYK-MAMCZARZ¹, LESZEK RACHOŃ¹^{2*},
ANNA KIEŁTYKA-DADASIEWICZ²²,
MAGDALENA SZYDŁOWSKA-TUTAJ¹, PIOTR LEWKO¹,
ANDRZEJ WOŹNIAK³³

Plonowanie i jakość wybranych gatunków i odmian pszenicy makaronowej Cz. II. Wartość technologiczna ziarna

Yielding and quality of selected species and cultivars of pasta wheat
Part. II. Technological value of grain

Streszczenie. Celem pracy była ocena parametrów jakościowych ziarna czterech odmian pszenicy ozimej – trzech odmian pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*): ‘Laudis’, ‘Patinas’ i ‘Danubius’, a także jednej odmiany pszenicy durum (*Triticum durum* Desf.) – ‘Lupidur’ oraz czterech odmian pszenicy jarej – dwóch odmian pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*): ‘Nawra’ i ‘Telimena’ oraz dwóch odmian pszenicy durum (*Triticum durum* Desf. – ‘Haristide’ i ‘Floradur’) uprawianych w systemie rolnictwa konwencjonalnego. Doświadczenie przeprowadzono w latach 2018–2021 na terenie gospodarstwa rolnego w Niedrzwicy Dużej (woj. lubelskie). Warunki siedliska oraz zabiegi agrotechniczne były jednakowe dla wszystkich gatunków/odmian w kolejnych latach. W ziarnie oznaczono parametry charakteryzujące wartość technologiczną ziarna: masę tysiąca ziaren (MTZ), gęstość w stanie zsypanym, wyrównanie ziaren, zawartość białka, wydajność i jakość glutenu mokrego (rozpływalność), a także szklistość bielma. Wyższą masę tysiąca ziaren oraz wyrównanie odnotowano w przypadku odmian pszenicy zwyczajnej, z kolei odmiany pszenicy durum charakteryzowały się lepszym kompleksem białkowym (wyższą szklistością ziarna, wyższą zawartością białka i wydajnością glutenu mokrego oraz niższą rozpływalnością). Badane gatunki (odmiany), pod względem parametrów jakościowych, wykazały przydatność do produkcji makaronu. Odnotowane na niższym poziomie wyróżniki jakości surowca badanych odmian to: niższe wyrównanie ziarna odmiany ‘Haristide’

i szklistość ziarna odmiany 'Laudis' i podwyższona rozplywalność glutenu w przypadku odmiany 'Patinas'.

Słowa kluczowe: pszenica zwyczajna, pszenica durum, jakość ziarna, białko, gluten, szklistość

WSTĘP

Zboża stanowią grupę roślin uprawnych, które zajmują ok. połowę powierzchni upraw rolnych na świecie. Według danych Food and Agriculture Organization of the United Nations, na świecie produkuje się rocznie blisko 2,8 mld ton zbóż, w tym ok. 770 mln ton pszenicy. Na świecie pszenica stanowi około 30% powierzchni zasiewu wszystkich zbóż, co odpowiada areałowi ok. 220 mln ha, a na cele konsumpcyjne przeznaczają się ok. 60% całej jej produkcji [Cacak-Pietrzak 2008, Rachoń i in. 2011, 2020, FAO 2021]. Pszenica jest uprawiana jako zboże ozime i jare w kilku strefach klimatycznych [Cyrkler-Degulis i Bulińska-Radomska 2006], a jej uprawa, mająca na celu produkcję ziarna konsumpcyjnego, powinna być odpowiednio prowadzona, aby ziarno posiadało właściwe parametry jakościowe oraz technologiczne, zarówno te wymagane na etapie wymiału, jak i przy produkcji wyrobu końcowego [Cacak-Pietrzak i in. 2014].

Jakość i skład chemiczny ziarna pszenicy zależą od współdziałania cech genetycznych (odpowiedni dobór gatunku i odmian), zmian pogody i warunków siedliska, poziomu zastosowanej agrotechniki (w tym płodozmianu), systemu uprawy, ilości zastosowanego nawożenia i środków ochrony roślin [Woźniak i Gontarz 2005, Woźniak 2009, Sułek i in. 2017]. Plon pszenicy jarej jest zazwyczaj mniejszy niż pszenicy ozimej, ale ziarno ma lepszą jakość [Cacak-Pietrzak i in. 2014, Sułek i in. 2017].

Jakość pszenicy ma zasadnicze znaczenie dla możliwości wykorzystania jej w przemyśle makaronowym i przekłada się wprost na jakość makaronu [Segit i Szwed-Urbaś 2006, Sissons 2008, Obuchowski 2008, Fu i in. 2018, Bobryk-Mamczarz i in. 2021]. Istotnymi wyróżnikami jakościowymi ziarna pszenicy kierowanego do przemiału, w celu uzyskania kaszki makaronowej, jest wysoka zawartość białka i wydajność glutenu mokrego o dobrej jakości oraz żółtokremowa, słoneczna barwa surowca [Obuchowski 1997, 2008, Segit i Szwed-Urbaś 2006, Bobryk-Mamczarz i in. 2021]. Budzyński [2012] oraz Dexter i Marchyło [2001] wskazują, poza zawartością białka i żółtego pigmentu oraz siły glutenu, na takie istotne parametry ziarna pszenicy jak gęstość w stanie zsypanym, twardość i szklistość wpływające na potencjał przemiałowy. Sissons [2004, 2008] podkreśla też znaczenie wyglądu zewnętrznego ziarniaków, gęstości, masy tysiąca ziaren, szklistości, wilgotności i uszkodzeń ziarna na potencjalne wykorzystanie w produkcji makaronu, zaznaczając, że kluczowe cechy pszenicy durum kierowanej do przemysłu makaronowego to twardość, intensywnie żółty kolor i orzechowy smak.

Celem pracy była analiza parametrów jakościowych ziarna czterech odmian pszenicy ozimej – trzy odmiany pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*): 'Laudis', 'Patinas' i 'Danubius' oraz jedna odmiana pszenicy durum (*Triticum durum* Desf.) 'Lupidur' oraz czterech odmian pszenicy jarej – dwie odmiany pszenicy zwyczajnej (*T. aestivum* ssp. *vulgare*): 'Nawra' i 'Telimena' oraz dwie odmiany pszenicy durum (*T. durum*): 'Haristide' i 'Floradur'). Hipoteza badawcza zakładała istotne różnice pomiędzy gatunkami w zakresie wyróżników jakościowych.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenie polowe przeprowadzono w gospodarstwie rolnym w Niedrzwicy Dużej w województwie lubelskim, na glebie kompleksu pszennego dobrego (klasa bonitacyjna II). Badania realizowano w latach 2018–2021. Warunki agrotechniczne były jednakowe dla wszystkich odmian, uprawę prowadzono w systemie rolnictwa konwencjonalnego, przedplonem był burak cukrowy. Doświadczenia założono w układzie bloków losowanych (kompletnie zrandomizowanych) w 4 powtórzeniach na poletkach o powierzchni 50 m². Termin siewu, nawożenie oraz ochronę roślin przed agrofagami przeprowadzono zgodnie z zaleceniami dla plantacji produkcyjnych, które szczegółowo, wraz z warunkami pogodowymi, opisano w pierwszej części pracy pt. *Plonowanie*.

Z otrzymanego z doświadczeń polowych materiału zostały pobrane próby do analizy fizykochemicznej, z uwzględnieniem metodyki podanej w normie polskiej PN-R-74010:1960. Pobrane próbki zostały ujednoczone i pomniejszone do prób laboratoryjnych z zachowaniem odrębności powtórzeń polowych. Określono cechy użytkowe ziaren badanych odmian pszenicy makaronowej, tj. masę tysiąca ziaren (MTZ), gęstość w stanie zsypanym, wyrównanie ziaren, zawartość białka, wydajność i jakość glutenu mokrego (rozpływalność), a także szklistość i mączystość bielma.

Ocena masy tysiąca ziaren polegała na dwukrotnym odliczeniu z każdej próby po 500 ziaren (2 × 500 ziaren), określeniu ich masy z dokładnością do 0,01 g i pomnożeniu średniego wyniku przez 2. Gęstość w stanie zsypanym wyrażona w kg·hl⁻¹ oznaczona została wg PN-EN ISO7971-3:2009. Wyrównania ziarna określono, używając sortownika mechanicznego (tzw. sit Vogla), wykorzystano wzór:

$$Cs = (a + b/a + b + c) \cdot 100;$$

gdzie: a – masa ziarna (g) zatrzymanego przez sito górne (2,8 × 25 mm), b – masa ziarna (g) zatrzymanego przez sito środkowe (2,5 × 25 mm), c – masa ziarna (g) zatrzymanego przez pozostałe dolne sita.

Zawartość białka ogółem w ziarnie (%) określono poprzez oznaczanie azotu ogólnego metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko (N × 5,70) – wg normy PN-EN ISO 20483. Wydajność glutenu mokrego w ziarnie (%) oraz jego rozpływalność (mm) – zgodnie z normą PN-77/A-74041. Szklistość oraz mączystość za pomocą farinotomu zgodnie z normą PN-70/R-74008.

Uzyskane wyniki opracowano tabelarycznie i statystycznie metodą analizy wariancji (ANOVA), natomiast występujące różnice między średnimi zostały ocenione za pomocą testu Tukeya ($p \leq 0,05$).

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Cechy fizyczne i chemiczne ziarna w zasadniczy sposób kształtują jego jakość. Masa tysiąca ziaren wskazująca na dorodność ziarna (stopień wypełnienia substancjami zapasowymi) jest jednym z głównych parametrów technologicznych [Krawczyk i in. 2008]. W przeprowadzonym doświadczeniu wystąpiły istotne różnice pomiędzy gatunkami (odmianami) pszenicy, stwierdzono również interakcje gatunków (odmian) i lat w zakresie MTZ. Najwyższą MTZ wśród form ozimych – średnio w trzyleciu (41,7 g) –

charakteryzowało się ziarno pszenicy zwyczajnej odmiany ‘Danubius’ (tab. 1). Istotnie niższe wartości uzyskały pozostałe odmiany pszenicy zwyczajnej ‘Patinas’ (36,9 g) i ‘Laudis’ (35,1 g). Najniższą wartość tego parametru osiągnęła odmiana pszenicy durum ‘Lupidur’ – 33,7 g. Niezależnie od badanych odmian, średnio najwyższą wartość MTZ uzyskano w 2020 r. (38,5 g), a najniższą w 2019 (34,9 g). Analizując interakcje gatunków pszenicy i lat badania odnotowano, że *T. durum* ‘Lupidur’ najwyższą MTZ wykształciła w 2021 r., podobnie jak pszenica zwyczajna ‘Danubius’, natomiast pozostałe odmiany *T. aestivum* w 2020 r.

Tabela 1. Masa tysiąca ziaren (g) pszenicy ozimej
Table 1. Thousand grain weight (g) of winter wheat

Odmiana Cultivar	Lata badań/ Years			Średnio Mean
	2019	2020	2021	
‘Laudis’	33,7 ^{efg}	39,4 ^{bc}	32,1 ^{fg}	35,1 ^C
‘Patinas’	37,7 ^{cd}	39,8 ^{bc}	34,4 ^{def}	36,9 ^B
‘Danubius’	37,8 ^{cd}	41,2 ^b	45,7 ^a	41,7 ^A
‘Lupidur’ [#]	30,4 ^g	34,4 ^{def}	36,2 ^{cde}	33,7 ^C
Średnio/Mean	34,9 ^C	38,5 ^A	37,1 ^B	–

[#] *Triticum durum*.

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

W przypadku odmian jarych pszenicy (tab. 2), wyższe średnie wartości MTZ w trzyleciu odnotowano dla odmian pszenicy zwyczajnej (‘Nawra’ – 37,5 g i ‘Telimena’ – 37,3 g), niższe dla odmian durum, średnio – 32,2 g. Istotnie najwyższą masę tysiąca ziaren, niezależnie od odmiany, stwierdzono w 2021 r. (41,3 g), a najniższą w 2019 r. (29,8 g). Analiza współdziałania wykazała, że zarówno obie odmiany pszenicy zwyczajnej, jak i pszenica durum istotnie najwyższą MTZ prezentowały w 2021 r. (odpowiednio 44,2 g, 43,5 g i 36,2 g).

Tabela 2. Masa tysiąca ziaren (g) pszenicy jarej
Table 2. Thousand grain weight (g) of spring wheat

Odmiana Cultivar	Lata badań/ Years			Średnio Mean
	2019	2020	2021	
‘Nawra’	31,5 ^c	36,6 ^b	44,2 ^a	37,5 ^A
‘Telimena’	31,5 ^c	36,9 ^b	43,5 ^a	37,3 ^A
‘Haristide’ [#]	26,4 ^d	34,3 ^b	–	^32,2 ^B
‘Floradur’ [#]	–	–	36,2 ^b	
Średnio/Mean	29,8 ^C	35,9 ^B	41,3 ^A	–

[#] *Triticum durum*; ^ średnia dla durum/ mean for durum.

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Rachoń i in. [2014] najwyższą MTZ uzyskali średnio dla pszenicy durum – 50,2 g, niższe wartości natomiast dla pszenicy zwyczajnej – 45,8 g. Podobnie wyższą MTZ dla durum w porównaniu z pszenicą zwyczajną otrzymali Rachoń i in. [2002], Sulewska i in.

[2007], Szumiło i Rachoń [2009] oraz Szumiło i in. [2010]. W badaniach Rachonia i in. [2020] jara pszenica durum 'Floradur' odznaczała się wyższą dorodnością – MTZ 40,7 g – niż jara pszenica zwyczajna 'Torrison' – 34,4 g.

Gęstość ziarna w stanie zsypanym jest jedną z cech świadczących o potencjale przemiałowym ziarna. Uzyskane wyniki zaprezentowano w tabelach 3 i 4. Najwyższą gęstość usypową spośród form ozimych odnotowano dla odmiany pszenicy zwyczajnej 'Laudis' – 82,2 kg·hl⁻¹ i odmiany pszenicy durum 'Lupidur' – 81,5 kg·hl⁻¹, a w przypadku form jarych dla odmiany pszenicy zwyczajnej 'Nawra' – 81,7 kg·hl⁻¹. Średnio w trzyleciu najwyższe wartości tego wskaźnika formy ozime wykazały w 2019 r., a formy jare w 2021 r. Interakcje gatunków (odmian) w latach badania były zróżnicowane. Ziarno *T. durum* 'Lupidur' najwyższą gęstość usypową prezentowało w 2021 r. i nieistotnie niższą w 2019 r., podobnie jak *T. aestivum* 'Laudis'. Pozostałe zaś dwie ozime formy pszenicy zwyczajnej – 'Patinas' kolejno w 2020 i 2019 r., a 'Danubius' 2019 i 2021. Wśród form jarych analiza współdziałania wykazała najwyższą gęstość ziarna w stanie zsypanym dla pszenicy durum w 2021 r., podobnie jak dla odmiany pszenicy zwyczajnej 'Telimena', a w przypadku odmiany 'Nawra' w 2019 i 2021.

Tabela 3. Gęstość ziarna pszenicy ozimej w stanie zsypanym (kg·hl⁻¹)

Table 3. The bulk density (kg·hl⁻¹) of winter wheat

Odmiana Cultivar	Lata badań/ Years			Średnio Mean
	2019	2020	2021	
'Laudis'	82,4 ^{ab}	80,6 ^{bcde}	83,5 ^a	82,2 ^A
'Patinas'	80,9 ^{bcd}	81,3 ^{bcd}	73,0 ^g	78,4 ^B
'Danubius'	80,4 ^{cde}	77,2 ^f	79,3 ^{de}	79,0 ^B
'Lupidur' [#]	81,9 ^{abc}	79,1 ^e	83,5 ^a	81,5 ^A
Średnio/Mean	81,4 ^A	79,5 ^B	79,8 ^B	–

[#] *Triticum durum*.

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Tabela 4. Gęstość ziarna pszenicy jarej w stanie zsypanym (kg·hl⁻¹)

Table 4. The bulk density (kg·hl⁻¹) of spring wheat

Odmiana Cultivar	Lata badań/ Years			Średnio Mean
	2019	2020	2021	
'Nawra'	83,4 ^a	79,2 ^b	82,6 ^a	81,7 ^A
'Telimena'	79,5 ^b	78,5 ^b	82,2 ^a	80,1 ^B
'Haristide' [#]	78,8 ^b	78,8 ^b	–	^80,3 ^B
'Floradur' [#]	–	–	83,2 ^a	
Średnio / Mean	80,5 ^B	78,9 ^B	82,7 ^A	–

[#] *Triticum durum*; ^ średnia dla durum/ mean for durum.

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Woźniak [2006] uzyskał wyższy wskaźnik gęstości ziarna dla pszenicy zwyczajnej 79,6 kg·hl⁻¹, a dla linii durum średnio 77,1 kg·hl⁻¹ niezależnie od poziomu agrotechniki. Podobnie wyższą wartość dla pszenicy zwyczajnej w stosunku do durum otrzymali Ra-

choń [2001] oraz Rachoń i in. [2002]. W trzyletnich badaniach Rachoń i in. [2021] uzyskali wyższe wartości dla jarej pszenicy durum ‘Floradur’ $82,8 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$ niż dla pszenicy zwyczajnej $76,1 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$, natomiast Rachoń i in. [2011] dla dwóch linii durum odnotowali gęstość $74,4\text{--}79,5 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$, a dla pszenicy zwyczajnej $77,8 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$. Polska Norma PN-R_74108:1998 Ziarno zbóż – Pszenica durum podaje zalecaną gęstość ziarna minimum $75 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$. Osiągnięte w niniejszym badaniu wartości gęstości ziarna spełniły zakładane minimum dla wszystkich gatunków i odmian pszenicy, natomiast zgodnie ze wskazaniem Ceglińskiej i in. [2004], pszenica twarda makaronowa powinna mieć gęstość w stanie usypowym ok. $80 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$.

Wyrównanie ziarna pszenicy jest ważną cechą przemiałową i technologiczną, mającą wpływ m.in. na wyciąg semoliny. Najwyższym wyrównaniem cechowały się odmiany ozime pszenicy zwyczajnej, ‘Danubius’ (93,0%) i ‘Laudis’ (92,5%) – tabela 5. Istotnie niższą wartość odnotowano dla pszenicy zwyczajnej ‘Patinas’ (87,5%) i durum ‘Lupidur’ – (84,3%). Najbardziej wyrównane ziarno było w 2019 r. (94,6%), a najmniej w 2021 r. (84,3%). Wyrównanie ziarna dla form jarych pszenicy zwyczajnej kształtowało się na poziomie 87,1% (‘Telimena’), 85,7% (‘Nawra’) i było istotnie wyższe w porównaniu z odmianami pszenicy durum – średnio 60,7%. Formy jare najbardziej wyrównane ziarno prezentowały w 2021 r. (92,6%), a najmniej w 2020 r. (67,1%) – tabela 6. Analiza interakcji form ozimych wykazała, że odmiany pszenicy zwyczajnej ‘Laudis’ i ‘Patinas’ wysokie wyrównanie (>90%) prezentowały w latach 2019 i 2020, przy czym odmiana ‘Danubius’ również w 2021 r., pszenica durum ‘Lupidur’ w 2019 r. Wśród form jarych, zarówno w przypadku gatunku *T. aestivum*, jak i *T. durum* najbardziej wyrównane ziarno odnotowano w 2021 r.

Tabela 5. Wyrównanie (%) ziarna pszenicy ozimej
Table 5. Uniformity (%) of grain of winter wheat

Odmiana Cultivars	Lata badań/ Years			Średnio Mean
	2019	2020	2021	
‘Laudis’	96,3 ^a	95,2 ^{ab}	86,1 ^{bc}	92,5 ^A
‘Patinas’	91,4 ^{ab}	94,4 ^{ab}	76,7 ^d	87,5 ^B
‘Danubius’	94,9 ^{ab}	91,1 ^{ab}	92,8 ^{ab}	93,0 ^A
‘Lupidur’ [#]	95,6 ^a	75,6 ^d	81,8 ^{cd}	84,3 ^B
Średnio/Mean	94,6 ^A	89,1 ^B	84,3 ^C	–

[#] *Triticum durum*.

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Rachoń i Szumiło [2009] w trzyletnich badaniach uzyskali wyrównanie dla pszenicy durum w zakresie 87,3–91,5%, a dla pszenicy zwyczajnej 74,3%. Woźniak [2009] niezależnie od dawki nawożenia azotowego i systemu uprawy roli otrzymał wyrównanie dla pszenicy durum powyżej 90% (wyższe przy niższej dawce azotu). Z kolei Woźniak i Gontarz [2005] dla ozimej pszenicy zwyczajnej niezależnie od zmianowania i poziomu agrotechniki otrzymali wyrównanie 85,1–87,6%.

Tabela 6. Wyrównanie (%) ziarna pszenicy jarej
Table 6. Uniformity (%) of grain of spring wheat

Odmiana Cultivar	Lata badań / Years			Średnio Mean
	2019	2020	2021	
'Nawra'	81,0 ^{cd}	79,5 ^{cd}	96,5 ^a	85,7 ^A
'Telimena'	87,1 ^b	77,2 ^d	97,0 ^a	87,1 ^A
'Haristide' [#]	53,4 ^e	44,3 ^f	–	^60,7 ^B
'Floradur' [#]	–	–	84,2 ^{bc}	
Średnio/Mean	73,8 ^B	67,1 ^C	92,6 ^A	–

[#] *Triticum durum*; ^ średnia dla durum/ mean for durum.

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Zawartość białka w ziarnie pszenicy jest jednym z głównych parametrów jakościowych w ocenie jego przydatności do produkcji pieczywa i makaronu. Spośród odmian ozimych, niezależnie od roku, najwyższą zawartość białka stwierdzono w ziarnie odmiany durum 'Lupidur' – 15,0% i odmianie pszenicy zwyczajnej 'Danubius' – 14,8% (tab. 7). Istotnie niższa zawartość białka wystąpiła w przypadku odmian 'Laudis' i 'Patinas', odpowiednio 13,8% i 13,7%. Odmiany ozime najwięcej białka w ziarnie zgromadziły w 2020 r., średnio 14,8%. W przypadku odmian jarych także ziarno pszenicy durum było bardziej zasobne w białko – średnia dla odmian to 15,2% (tab. 8). Odmiany pszenicy zwyczajnej uzyskały niższe wartości ('Telimena' – 14,3% i 'Nawra' – 13,3%). Różnice odnotowano również pomiędzy latami badań, odmiany jare najwięcej białka wykształciły w latach 2021–14,8% i 2019 – 14,3%.

Tabela 7. Zawartość białka (%) w ziarnie pszenicy ozimej
Table 7. Total protein content (%) in grain of winter wheat

Odmiana Cultivar	Lata badań / Years			Średnio Mean
	2019	2020	2021	
'Laudis'	13,5 ^d	14,3 ^{bcd}	13,5 ^d	13,8 ^B
'Patinas'	13,7 ^{cd}	14,0 ^{cd}	13,3 ^d	13,7 ^B
'Danubius'	14,6 ^{abc}	15,3 ^{ab}	14,6 ^{abc}	14,8 ^A
'Lupidur' [#]	14,2 ^{cd}	15,6 ^a	15,3 ^{ab}	15,0 ^A
Średnio/ Mean	14,0 ^B	14,8 ^A	14,2 ^B	–

[#] *Triticum durum*.

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Analizując współdziałanie gatunków i lat, odnotowano, że w przypadku form ozimych zarówno pszenica zwyczajna, jak i pszenica durum zgromadziły więcej białka w 2020 r. Wśród form jarych pszenica zwyczajna 'Nawra' więcej białka w ziarnie zgromadziła w 2021 r. i kolejno 2019 r., 'Telimena' prezentowała podobne zawartości białka w latach. Dla gatunku durum różnice pomiędzy latami w ilości całkowitej białka nie były istotne.

Według zaleceń polskiej normy PN-92-A-74021 *Mąka makaronowa durum* poziom wydajności glutenu mokrego do produkcji makaronu powinien wynosić min. 30%, podobnie jak zaleca Obuchowski [1997, 2008]. Wartości uzyskane w przeprowadzonych badaniach są wyraźnie wyższe (tab. 9 i 10). Spośród porównywanych odmian ozimych

wyższą wydajność glutenu mokrego stwierdzono w przypadku pszenicy zwyczajnej ('Patinas' – 43,2%, 'Laudis' – 41,3%, 'Danubius' – 41,0%). Odmiana pszenicy durum 'Lupidur' cechowała się niższą wydajnością glutenu – 34%. Najwyższą wydajność glutenu oznaczono w 2019 r. (42,5%), istotnie niższą (36,4%) w 2020 r.

Tabela 8. Zawartość białka (%) w ziarnie pszenicy jarej
Table 8. Total protein content (%) in grain of spring wheat

Odmiana Cultivar	Lata badań / Years			Średnio Mean
	2019	2020	2021	
'Nawra'	13,8 ^b	11,6 ^c	14,4 ^b	13,3 ^C
'Telimena'	14,5 ^{ab}	14,4 ^b	14,0 ^b	14,3 ^B
'Haristide' [#]	14,7 ^{ab}	15,0 ^{ab}	–	^15,2 ^A
'Floradur' [#]	–	–	15,9 ^a	
Średnio/Mean	14,3 ^A	13,7 ^B	14,8 ^A	–

[#] *Triticum durum*; ^ średnia dla durum/ mean for durum.

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Tabela 9. Wydajność glutenu mokrego (g·100 g⁻¹) w ziarnach pszenicy ozimej
Table 9. The wet gluten yield (g·100 g⁻¹) in grain of winter wheat

Odmiana Cultivar	Lata badań / Years			Średnio Mean
	2019	2020	2021	
'Laudis'	44,8 ^{ab}	39,2 ^{fg}	43,1 ^{bcd}	41,3 ^A
'Patinas'	47,2 ^a	40,1 ^{de}	42,4 ^{bcd}	43,2 ^A
'Danubius'	41,3 ^{cd}	37,8 ^{ef}	43,2 ^{abc}	41,0 ^A
'Lupidur' [#]	36,8 ^f	32,1 ^h	33,1 ^{gh}	34,0 ^B
Średnio/Mean	42,5 ^A	36,4 ^B	40,7 ^A	–

[#] *Triticum durum*.

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Tabela 10. Wydajność glutenu mokrego (g·100 g⁻¹) w ziarnach pszenicy jarej
Table 10. The wet gluten yield (g·100 g⁻¹) in grain of spring wheat

Odmiana Cultivar	Lata badań / Years			Średnio Mean
	2019	2020	2021	
'Nawra'	44,2 ^b	28,9 ^e	40,1 ^{cd}	37,8 ^C
'Telimena'	47,1 ^a	30,1 ^e	40,6 ^c	39,2 ^B
'Haristide' [#]	39,0 ^{cd}	38,4 ^d	–	^40,1 ^A
'Floradur' [#]	–	–	42,9 ^b	
Średnio/ Mean	43,4 ^A	32,4 ^C	41,2 ^B	–

[#] *Triticum durum*; ^ średnia dla durum/ mean for durum.

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Odwrotną zależność zaobserwowano u odmian jarych (tab. 10). Najwyższą wydajność glutenu prezentowały odmiany pszenicy durum, średnio – 40,1%. Wartość ta u odmian pszenicy zwyczajnej zawierała się w przedziale od 39,2% ('Telimena') do 37,8% ('Nawra').

Odmiany jare najwyższą wydajność glutenu uzyskały również w 2019 r. (43,4%), a istotnie niższą w 2021 r. (41,2%) i 2020 r. (32,4%). Analiza interakcji w kazała, że w przypadku form ozimych odmiany pszenicy zwyczajnej 'Laudis' i 'Patinas' wyższą wydajność glutenu zaprezentowały w 2019 r. (odpowiednio 44,8% i 47,2%), podobnie jak pszenica durum (36,8%). Dla jarej pszenicy zwyczajnej, również najwyższe wyniki wykazano w 2019 r. ('Nawra' 44,2%, 'Telimena' 47,1%), z kolei dla pszenicy durum – najwyższy wynik odnotowano w 2021 r. ('Floradur' 42,9%).

Sieber i in. [2014] uzyskali w pszenicy durum średnią zawartość białka ogółem na poziomie 11,6%. Subira i in. [2014], analizując stare i współczesne odmiany pszenicy durum, doszli do wniosku, że wraz z rozwojem rolnictwa i poziomu agrotechniki zawartość białka w ziarnie spadła z 16% do 14,2–14,7%. Podolska i Wyzińska [2013] w przypadku pszenicy durum polskiej ozimej odmiany 'Komnata' odnotowały ilość białka, w zależności od sezonu wegetacyjnego, na poziomie 15,2–17,1%. Wartość tej cechy zazwyczaj rosła wraz ze zwiększeniem nawożenia azotowego. Rachoń i in. [2020] dla jarych gatunków pszenicy zwyczajnej 'Torrison' i durum 'Floradur' otrzymali odpowiednio 13,1% białka i 29,9% wydajność glutenu mokrego oraz 14,5% białka i 30,3% glutenu. W badaniach Szumiło i in. [2010] cztery odmiany i linie pszenicy durum charakteryzowały się również wyższą wydajnością glutenu mokrego, niezależnie od roku badania (prezentując zakres 31,2–33,8%), niż pszenica zwyczajna (24,3%). W badaniach Woźniaka [2006] i Rachonia [2001] ziarno pszenicy durum podobnie zawierało więcej białka ogółem i glutenu niż pszenica zwyczajna. Krawczyk i in. [2008] uzyskali zawartość białka ogółem w pszenicy zwyczajnej na poziomie 13,1%, a glutenu mokrego 31,4%.

Jakość glutenu często mierzy się parametrem jego rozpląwalności. Jest to cecha, która wpływa na właściwości ciasta oraz pieczywa, ale pozostaje również nie bez znaczenia dla jakości makaronu. Rozpląwalność glutenu w kaszce makaronowej jest zazwyczaj wyższa niż w mąkach przeznaczonych do produkcji pieczywa i powinna się mieścić w zakresie 8–3 mm [Obuchowski 1997, 2008]. Polska Norma PN-92-A-74021 *Mąka makaronowa durum* określa jego górną granicę na poziomie 13 mm. Najniższą rozpląwalność glutenu prezentowała odmiana ozima pszenicy durum 'Lupidur' – 6,22 mm, najwyższy wskaźnik oznaczono dla odmiany 'Patinas' – 10,39 mm. Najmniej rozpląwalny gluten odnotowano dla odmian ozimych w latach 2019 i 2021 (odpowiednio 7,58 i 7,57 mm) – tabela 11. Odmiany jare durum prezentowały rozpląwalność średnio na poziomie 7,1 mm. Najwyższą wartością tego wyróżnika wśród form jarych odznaczała się pszenica zwyczajna 'Nawra' (8,3 mm). Najkrótszy gluten w przypadku form jarych odnotowano w latach 2020 i 2021 (odpowiednio 7,5 i 7,3 mm).

Analizując współdziałanie odmian i lat, zauważono, że ozima pszenica zwyczajna 'Laudis' wyższą rozpląwalność glutenu wykazała w 2019 r. (10,2 mm), 'Danubius' w 2020 r. (10,8 mm), a 'Patinas' prezentowała podobny poziom w wszystkich latach badania. Warto odnotować istotnie niższy poziom rozpląwalności glutenu w przypadku 'Danubius' w 2019 r., jest to rozpląwalność (krótki gluten) mogąca istotnie obniżyć jakość makaronu. Zróżnicowanie wystąpiło również pomiędzy gatunkami pszenicy jarej zwyczajnej i durum. *T. aestivum* 'Nawra' najwyższą rozpląwalność prezentowała w 2019 r. (9,5 mm), a 'Telimena' w 2020 r. (8,5 mm), *T. durum* zaś w 2019 r. (na poziomie 8,2 mm) – tabela 12.

Tabela 11. Rozpływalność glutenu (mm) w ziarnie pszenicy ozimej
Table 11. Deliquescence of gluten (mm) in grain of winter wheat

Odmiana Cultivar	Lata badań/ Years			Średnio Mean
	2019	2020	2021	
'Laudis'	10,2 ab	9,2 bc	7,2 d	8,84 ^B
'Patinas'	10,5 ab	10,7 ab	9,9 ab	10,39 ^A
'Danubius'	3,2 ^f	10,8 ^a	8,0 ^{cd}	7,31 ^C
'Lupidur' [#]	6,5 ^{de}	7,0 ^d	5,2 ^e	6,22 ^D
Średnio/Mean	7,58 ^B	9,43 ^A	7,57 ^B	–

[#] *Triticum durum*.

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Tabela 12. Rozpływalność glutenu (mm) w ziarnie pszenicy jarej
Table 12. Deliquescence of gluten (mm) in grain of spring wheat

Odmiana Cultivar	Lata badań/ Years			Średnio Mean
	2019	2020	2021	
'Nawra'	9,5 ^a	8,0 ^{bc}	7,3 ^{bcd}	8,3 ^A
'Telimena'	7,6 ^{bc}	8,5 ^{ab}	7,5 ^{bc}	7,9 ^A
'Haristide' [#]	8,2 ^{abc}	6,0 ^d	–	^7,1 ^B
'Floradur' [#]	–	–	7,0 ^{cd}	
Średnio/Mean	8,5 ^A	7,5 ^B	7,3 ^B	–

[#] *Triticum durum*; ^ średnia dla durum/ mean for durum.

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Rachon [2004] dla 8 linii i odmian pszenicy durum uzyskał rozpływalność w przedziale 7–13 mm. Autor podkreśla, że gluten w przemyśle makaronowym nie może być ani zbyt krótki i silny (rozpływalność nie może być za niska), ani za słaby (nie może być również zbyt wysoka). W badaniach Rachonia i in. [2011] mąka pochodząca z ziarna pszenicy durum prezentowała rozpływalność glutenu na poziomie 6,3–6,6 mm, a pszenicy zwyczajnej 1,5 mm. Podleśna i Cacak–Pietrzak [2006] podają, że nawożenie siarką poprawia jakość glutenu i wskazuje dla mąki z pszenicy zwyczajnej nawożonej siarką rozpływalność glutenu na poziomie 8,5 mm, a nienawożonej 9,5 mm. Podolska [2007], oceniając wpływ nawożenia azotowego na rozpływalność glutenu pszenicy zwyczajnej, otrzymała wyniki w zakresie 1,6 mm (próba kontrolna) rosnące do 3,1 mm (200 kg·ha⁻¹ N), aczkolwiek jak wskazała autorka, różnice statystyczne pomiędzy poszczególnymi poziomami nawożenia były nieistotne. W badaniach Rachonia i in. [2020] rozpływalność glutenu wynosiła w ziarnie pszenicy durum 8,7 mm ('Floradur'), natomiast w przypadku pszenicy zwyczajnej 7,3 mm.

Jak podają Fu i in. [2018], wysoka szklistość ziarna jest parametrem korzystnie wpływającym na jakość (jędrność) makaronu i jeśli wynosi powyżej 60%, to nawet pszenica o niższej zawartości białka może mieć akceptowalną jakość przemiałową. Zgodnie z normą PN–R–74108:1998 zawartość ziaren niecałkowicie szklistych nie powinna być wyższa niż 40%. Przeprowadzone badania wykazały, że ozime odmiany pszenicy zwyczajnej 'Laudis' (28%) i 'Patinas' (42%) nie osiągnęły progu 60% szklistości ziarna (tab. 13). Odmiana 'Danubius' charakteryzowała się poprawną szklistością,

osiągając poziom 68% szklistości. Najwyższą szklistością (89%) cechowało się ziarno pszenicy durum. Najbardziej szkliste ziarno, niezależnie od odmiany, odnotowano w 2021 r. (67%). Trudności z osiągnięciem minimalnego poziomu szklistości miały także jare odmiany pszenicy zwyczajnej – ‘Nawra’ (57%), a zwłaszcza ‘Telimena’ (44%). Również w tym przypadku poziom szklistości ziarna odmian durum był zdecydowanie wyższy i wyniósł średnio 91% (tab. 14). Zarówno w przypadku form ozimych, jak i jarych, najwyższą szklistość odnotowano w 2021 r. – 67%.

Tabela 13. Szklistość (%) ziarna pszenicy ozimej
Table 13. Vitreousness (%) of grain of winter wheat

Odmiana Cultivar	Lata badań/ Years			Średnio Mean
	2019	2020	2021	
‘Laudis’	21 ^e	38 ^{de}	35 ^d	28 ^D
‘Patinas’	20 ^e	36 ^d	71 ^b	42 ^C
‘Danubius’	76 ^b	55 ^c	73 ^b	68 ^B
‘Lupidur’ [#]	88 ^a	90 ^a	89 ^a	89 ^A
Średnio/Mean	51 ^B	52 ^B	67 ^A	–

[#] *Triticum durum*.

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

Analiza interakcji wykazała, że ozima odmiana pszenicy zwyczajnej ‘Patinas’ charakteryzowała się największym zróżnicowaniem szklistości ziarna w latach. Z kolei odmiany jare w porównaniu z ozimymi wykazały się wyższą stabilnością tego wyróżnika w badanym trzyleciu.

Tabela 14. Szklistość (%) ziarna pszenicy jarej
Table 14. Vitreousness (%) of grain of spring wheat

Odmiana Cultivar	Lata badań / Years			Średnio Mean
	2019	2020	2021	
‘Nawra’	56 ^c	56 ^c	58 ^c	57 ^B
‘Telimena’	42 ^d	46 ^d	44 ^d	44 ^C
‘Haristide’ [#]	87 ^b	89 ^{ab}	–	^91 ^A
‘Floradur’ [#]	–	–	98 ^a	
Średnio/ Mean	62 ^B	64 ^{AB}	67 ^A	–

[#] *Triticum durum*; ^ średnia dla durum/ mean for durum.

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie w zakresie badanej cechy./ Means marked with the same letter do not differ statistically significantly in terms of the tested feature.

W badaniach Rachonia [2001] pszenice durum również miały wyższą szklistość (średnio 80,7%) niż pszenica zwyczajna (średnio 65,7%), podobnie Szumiło i Rachoń [2009] zasnaczyli w swoich badaniach wyższą szklistość pszenicy durum. Sułek [2014] wykazała, że wraz ze wzrostem nawożenia rosła szklistość jarej pszenicy zwyczajnej, przy czym dla próby nienawożonej wynosiła ona 76%. Subira i in. [2014] wykazali, że pszenice durum, niezależnie od tego, czy były to odmiany stare, czy współczesne, charakteryzowały się szklistością powyżej 80%, przy czym stare odmiany miały szklistość nieznacznie wyższą – 90–92%.

WNIOSKI

1. Spośród form ozimych odmiana pszenicy zwyczajnej ‘Danubius’ charakteryzowała się najlepiej wykształconym ziarnem (najwyższa MTZ i wyrównanie), wysoką zawartością białka i wydajnością glutenu mokrego oraz właściwą szklistością ziarna.
2. Odmiana ozima pszenicy durum ‘Lupidur’ charakteryzowała się najwyższą wartością białka i szklistością ziarna.
3. Wśród form jarych odmiana pszenicy zwyczajnej ‘Nawra’ prezentowała najwyższą MTZ i gęstość.
4. Odmiany durum zawierały więcej białka, charakteryzowały się wyższą wydajnością glutenu oraz szklistością.
5. Porównując dwa gatunki pszenicy, stwierdzono, że lepiej wykształcone ziarno (wyższa MTZ i wyrównanie) prezentowały odmiany pszenicy zwyczajnej, z kolei odmiany durum charakteryzowały się lepszym kompleksem białkowym (wyższa szklistość ziarna, wyższa zawartość białka i glutenu oraz niższa rozplywalność).
6. Badane odmiany uprawiane w warunkach Lubelszczyzny wykazały przydatność do uprawy na cele makaronowe. Odnotowane na niższym poziomie wyróżniki jakości surowca badanych odmian to: słabe wyrównanie ziarna odmiany ‘Haristide’, niska szklistość ziarna odmiany ‘Laudis’ i podwyższona rozplywalność glutenu w przypadku odmiany ‘Patinas’.

PIŚMIENNICTWO

- Bobryk-Mamczarz A., Kiełtyka-Dadasiewicz A., Rachoń L., 2021. Usefulness of hulled wheats grown in Polish environment for wholegrain pasta-making. *Foods* 10, 458. <https://doi.org/10.3390/foods10020458>
- Budzyński W., 2012. Pszenice – zwyczajna, orkisz, twarda. Uprawa i zastosowanie. PWRiL, Poznań, 328.
- Cacak-Pietrzak G., 2008. Wykorzystanie pszenicy w różnych gałęziach przemysłu spożywczego – wymagania technologiczne. *Prz. Zboż. Młyn.* 52(11), 11–13.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Jończyk K., 2014. Wartość wypiekowa mąki z ziarna odmian pszenicy uprawianych w ekologicznym systemie produkcji. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol.* 576, 23–32.
- Ceglińska A., Cacak-Pietrzak G., Romanowski H., Nita Z., 2004. Wartość technologiczna polskiej pszenicy twardej (*Triticum durum*). *Prz. Zboż. Młyn.* 8, 4–7.
- Cyrkler-Degulis M., Bulińska-Radowska Z., 2006. Yielding and healthiness of cultivars and populations of four winter wheat species under organic agriculture conditions. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 51(2), 17–21.
- Dexter J.E., Marchylo B.A., 2001. Recent trends in durum wheat milling and pasta processing: impact on durum wheat quality requirements. W: Feillet P. (red.), *Durum wheat, semolina and pasta quality: recent achievements and new trends*. Institut National de la Recherche, Montpellier, 139–164.
- FAO., 2021. <https://www.fao.org/3/cb7877en/cb7877en.pdf> [dostęp: 16.12.2021].
- Fu B.X., Wang K., Dupuis B., Taylor D., Nam S., 2018. Kernel vitreousness and protein content: Relationship, interaction and synergistic effects on durum wheat quality. *J. Cereal Sci.* 79, 210–217. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.09.003>
- Krawczyk P., Ceglińska A., Kardialik J., 2008. Porównanie wartości technologicznej ziarna orki-szu z pszenica zwyczajna. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 15(5), 43–51.

- Obuchowski W., 1997. Technologia przemysłowej produkcji makaronu. Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego, 10–16.
- Obuchowski W., 2008. Ocena jakości surowców zbożowych wykorzystywanych do produkcji makaronu. *Prz. Zboż. Młyn.* 52, 12, 12–14.
- Podleśna A., Cacak-Pietrzak G., 2006. Kształtowanie plonu oraz parametrów przemiałowych i wypiekowych pszenicy jarej poprzez nawożenie azotem i siarką. *Pam. Puł.* 142, 381–392.
- Podolska G., 2007. Kształtowanie cech jakościowych ziarna pszenicy poprzez technologię produkcji. *Stud. Rap. IUNG-PIB* 9, 55–64.
- Podolska G., Wyzińska, M., 2013. Wpływ nawożenia azotem na niektóre cechy jakościowe ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) odmiany Komnata. *Fragm. Agron.* 30(3), 148–158. PN-92-A-74021. Mąka makaronowa durum.
- PN-R-74010:1960. Ziarno zbóż i nasiona strączkowe jadalne – Pobieranie próbek.
- PN-R-74108:1998 Ziarno zbóż – Pszenica durum.
- Rachoń L., 2001. Studia nad plonowaniem i jakością pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Rozp. Nauk. AR w Lublinie*, 248.
- Rachoń L., 2004. Ocena przydatności ziarna krajowych i zagranicznych linii i odmian jarej pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) do produkcji makaronu. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl.* 231, 129–137.
- Rachoń L., Bobryk-Mamczarz A., Kiełtyka-Dadasiewicz A., 2020. Hulled wheat productivity and quality in modern agriculture against conventional wheat species. *Agriculture* 10, 275(7). <https://doi.org/10.3390/agriculture10070275>
- Rachoń L., Bobryk-Mamczarz A., Kiełtyka-Dadasiewicz A., 2021. Ocena krajowej odmiany *Triticum durum* SMH87 jako surowca do produkcji makaronu. *Agron. Sci.* 76(2), 5–16. <https://doi.org/10.24326/as.2021.2.1>
- Rachoń L., Szumiło G., 2009. Comparison of chemical composition of selected winter wheat species. *J. Elem.* 14(1), 135–146.
- Rachoń L., Szumiło G., Machaj H., 2014. Wpływ intensywności technologii uprawy na plonowanie różnych genotypów pszenicy ozimej. *Annales UMCS Sectio E, Agricultura* 69(3), 32–41.
- 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.
- Rachoń L., Szwed-Urbas K., Segit Z., 2002. Plonowanie nowych linii pszenicy twardej [*Triticum durum* Desf.] w zależności od poziomu nawożenia azotem i ochrony roślin. *Annales UMCS Sectio E. Agricultura* 57, 71–76.
- Segit Z., Szwed-Urbas K., 2006. Ocena cech jakościowych ziarna wybranych linii pszenicy twardej *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl.* 240, 75–82.
- Sieber A.N., Würschum T., Longin C.F.H., 2014. Evaluation of a semicontrolled test as a selection tool for frost tolerance in durum wheat (*Triticum durum*). *Plant Breed.* 133(4), 465–469. <https://doi.org/10.1111/pbr.12181>
- Sissons M., 2004. Pasta. In: Wrigley C.W., Corke H., Walker C.E., *Encyclopedia of grain science.* Elsevier, London, 409–418.
- Sissons M., 2008. Role of durum wheat composition on the quality of pasta and bread. *Food* 2(2), 75–90.
- Subira J., Peña R.J., Álvaro F., Ammar K., Ramdani A., Royo C., 2014. Breeding progress in the pasta-making quality of durum wheat cultivars released in Italy and Spain during the 20th Century. *Crop Pasture Sci.* 65(1), 16–26. <https://doi.org/10.1071/CP13238>
- Sulewska H., Koziara W., Bojarczuk J., 2007. Kształtowanie plonu i jakości ziarna wybranych genotypów *Triticum durum* Desf. w zależności od nawożenia azotem i gęstości siewu. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl.* 245, 17–28.

- Sulek A., 2014. Wybrane elementy technologii pszenicy jarej uprawianej na cele młynarskie i piekarskie. Stud. Rap. IUNG-PIB 41(15), 117–128.
- Sulek A., Nieróbca A., Cacak-Pietrzak G., 2017. Wpływ jesiennego terminu siewu na plon i jakość ziarna pszenicy jarej. Pol. J. Agron. 29, 43–50.
- Szumiło G., Rachoń L., 2009. Plonowanie i jakość ziarna jarej formy pszenicy twardej. Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol. 542, 539–547.
- Szumiło G., Rachoń L., Stankowski S., 2010. The evaluation of grain and flour quality of spring durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Pol. J. Agron. 2, 72–82. <https://doi.org/10.26114/pja.iung.022.2010.02.14>
- Woźniak A., 2006. Plonowanie i jakości ziarna pszenicy jarej zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) i twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od poziomu agrotechniki. Acta Agrophys. 8(3), 755–763.
- Woźniak A., 2009. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy twardej odmiany Floradur w różnych systemach uprawy roli. Acta Agrophys. 14(2), 515–526.
- Woźniak A., Gontarz D., 2005. Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy ozimej w zmianowaniu i poziomu agrotechniki na cechy jakościowe ziarna. Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl. 237/238, 3–11.

Źródło finansowania: Praca wykonana w ramach projektu RPLU.01.02.00-06-0030/17.

Summary. The purpose of the study was to analyze the quality parameters of four winter wheat cultivars – three common wheat cultivars (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*): ‘Laudis’, ‘Patinas’ and ‘Danubius’ and one durum wheat cultivar (*Triticum durum*. Desf.) ‘Lupidur’ and four cultivars of spring wheat – two cultivars of common wheat (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*): ‘Nawra’ and ‘Telimena’ and two cultivars of durum wheat (*Triticum durum* Desf. – ‘Haristide’ and ‘Floradur’) cultivated in a conventional agricultural system. The field experiment was carried out in 2018–2021 on a farm in Niedrzwica Duża in Lubelskie Voivodeship. The cultivation conditions and agrotechnical treatments were the same for all species/cultivars in the following years of the study. In grain samples, the thousand-grain weight (TGW), bulk density, grain uniformity, total protein content, wet gluten yield and quality (deliquescence), as well as endosperm vitreousness, as parameters characterizing the technological value of grain were determined. A higher weight of TGW and uniformity were noted in the case of the common wheat cultivars, while the durum wheat cultivars were characterized by a better protein complex (higher grain vitreousness, higher total protein content and wet gluten yield, and lower deliquescence). All tested species (cultivars), in terms of quality parameters, showed suitability for the production of pasta. The quality characteristics of the raw material of the examined cultivars, noted at a lower level, are: lower uniformity of the grain of the ‘Haristide’ and glassiness of the grain of the ‘Laudis’ cultivar and increased gluten deliquescence in the case of the ‘Patinas’ cultivar.

Key words: common wheat, durum wheat, grain quality, protein, gluten, vitreousness

Otrzymano/Received: 02.02.2022
Zaakceptowano/Accepted: 24.03.2022