

Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: leszek.rachon@up.lublin.pl

LESZEK RACHOŃ, GRZEGORZ SZUMIŁO, INGA KURZYDŁOWSKA

Wpływ intensywności technologii produkcji na jakość ziarna pszenicy zwyczajnej, twardej, orkiszu i jednoziarnistej

The effect of the production technology intensity on the grain quality
of common, durum, spelt and einkorn wheat

Streszczenie. Materiał badawczy stanowiło ziarno pszenicy otrzymane z doświadczeń polowych prowadzonych w latach 2010–2012 na terenie Gospodarstwa Doświadczalnego Felin, należącego do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Celem badań była ocena jakości ziarna 4 gatunków pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego poziomu agrotechniki. W badaniach uwzględniono: pszenicę zwyczajną odmiany ‘Tonacja’, pszenicę twardą odmiany ‘Komnata’, pszenicę orkisz odmiany ‘Schwabenkorn’ i pszenicę jednoziarnistą – materiał z banku genów. Przeprowadzone badania wykazały, że intensyfikacja agrotechniki zwiększyła zawartość białka i ilość glutenu oraz szklistość ziarna pszenicy, nie miała natomiast wpływu na MTZ i zawartość skrobi. Spośród analizowanych gatunków pszenica jednoziarnista charakteryzowała się największą zawartością białka i ilością glutenu w ziarnie oraz najmniejszą masą 1000 ziaren i szklistością ziarna. Największą szklistością i dorodnością ziarna cechowała się pszenica twarda. Reakcje interakcyjne badanych gatunków były podobne. Wykazano dodatnie korelacje dla następujących par cech: białko – gluten, szklistość ziarna – zawartość skrobi oraz ujemne: MTZ – białko, MTZ – gluten i gluten – skrobia.

Słowa kluczowe: poziomy agrotechniki, jakość ziarna, pszenica zwyczajna, pszenica twarda, pszenica orkisz, pszenica jednoziarnista, współczynniki korelacji

WSTĘP

Poszukiwanie surowców do produkcji zdrowej żywności przywróciło do uprawy zapomniane już gatunki pszenicy, które zostały wycofane z uprawy lub uprawiano je na niewielką skalę, takie jak pszenica jednoziarnista (*Triticum monococcum*), płaskurka (*Triticum dicoccum*), czy bardziej znane, jak pszenica orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) i pszenica twarda (*Triticum durum*). Pomimo mniejszej plenności charakteryzują

się one większą zawartością składników odżywczych, mniejszymi wymaganiami siedliskowymi oraz mniejszymi nakładami na środki produkcji, zwłaszcza na nawożenie i ochronę chemiczną, co jest obecnie preferowane w rolnictwie zrównoważonym [Nowak i in. 2004, Rachoń i Szumiło 2009, Rachoń i in. 2009]. Stąd też podjęte badania miały na celu analizę niektórych wskaźników jakościowych w warunkach zróżnicowanej intensywności gospodarowania oraz ocenę i reakcję poszczególnych gatunków pszenicy. Postawiono hipotezę badawczą, że w warunkach zróżnicowanej intensywności technologii uprawy reakcja gatunków w zakresie jakości ziarna może być różna.

MATERIAŁY I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2010–2012 na terenie Gospodarstwa Doświadczalnego Felin (51°22'N, 22°64'E), należącego do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Pole doświadczalne zlokalizowane było na glebie wytworzonej z pyłów pochodzenia lessowego, zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego. Zasobność gleby w składniki pokarmowe była wysoka: P_2O_5 – 17,5, K_2O – 14,3 i Mg – 5,5 (w $mg \cdot 100 g^{-1}$ gleby), a pH w 1 M roztworze KCl wynosiło 6,3. Doświadczenie dwuczynnikowe założono w układzie bloków losowanych w 4 powtórzeniach. Powierzchnia do zbioru wynosiła $10 m^2$. Czynnikiem pierwszego rzędu były ozime gatunki pszenicy: pszenica zwyczajna (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*) odmiana 'Tonacja', twarda (*Triticum durum*) odmiana 'Komnata', orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) odmiana 'Schwabenkorn' i jednoziarnista (*Triticum monococcum*), materiał pochodził z banku genów. Czynnikiem drugiego rzędu były 2 poziomy agrotechniki: przeciętny – nawożenie mineralne (N – 70, P – 30,5, K – 99,6 $kg \cdot ha^{-1}$), zaprawa nasienna (Baytan Universal 094 FS w dawce 400 ml środka z dodatkiem 200 ml wody na 100 kg ziarna), zwalczanie chwastów (herbicydy Attribut 70 WG – 60 $g \cdot ha^{-1}$ i Sekator 125 OD – 100 $cm^3 \cdot ha^{-1}$); wysoki – nawożenie mineralne (N – 140, P – 30,5, K – 99,6 $kg \cdot ha^{-1}$), zaprawianie ziarna (Baytan Universal 094 FS), zwalczanie chwastów (herbicydy Attribut 70 WG i Sekator 125 OD), dwa zabiegi przeciw chorobom (fungicydy Tango Star 334 SE – 1,5 $dm^3 \cdot ha^{-1}$ i Artea 330 EC – 500 $cm^3 \cdot ha^{-1}$), insektycyd (Sumi-Alpha 050 EC – 250 $cm^3 \cdot ha^{-1}$) i regulator wzrostu (Antywylegacz płynny 675 SL – 1,5 $dm^3 \cdot ha^{-1}$).

Uprawa roli była typowa dla systemu płużnego. Po zbiorze przedplonu został wykonany zespół uprawek poźniowych, następnie orka siewna, a przed siewem rola została doprawiona agregatem uprawowym. Pszenicę wysiano w ilości 450 kielkujących ziarniaków na $1 m^2$ w stanowisku po rzepaku ozimym.

Po zbiorze ziarno dosuszono i oczyszczono, a następnie pobrano próbki do oceny jakościowej. Określono masę 1000 ziaren (odliczając 2×500 ziaren), szklistość ziarna wg PN-70/R-74008, zawartość białka, ilość glutenu oraz zawartość skrobi za pomocą analizatora spektrofotometrycznego. Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, oceniając istotność różnic testem Tukeya.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość białka oraz ilość glutenu są ważnymi wskaźnikami zarówno jakości technologicznej, jak i wartości odżywczej [Szumiło i in. 2009]. W przeprowadzonych bada-

niach stwierdzono istotne zróżnicowanie wartości tych składników w zakresie porównywanych gatunków i odmian pszenicy (tab. 2, 3). Największą zawartością białka i glutenu charakteryzowało się ziarno pszenicy jednoziarnistej (odpowiednio 19,9 i 41,8%), a najmniejszą ziarno pszenicy zwyczajnej odmiany 'Tonacja' (13,6 i 30,5%). W porównaniu z pszenicą zwyczajną istotnie większą wartość tych parametrów odnotowano w ziarnie pszenicy orkisz odmiany 'Schwabenkorn' (18,0 i 39,9%) i nieznacznie większą w pszenicy twardej odmiany 'Komnata' (14,6 i 30,7%). Z literatury [Majewska i in. 2007, Krawczyk i in. 2008] wynika, że zawartość białka i glutenu w ziarnie orkiszu jest większa lub zbliżona w porównaniu z zawartością w ziarnie pszenicy zwyczajnej [Abdel-Aal i in. 1995]. Niższy poziom białka w ziarnie pszenicy zwyczajnej w porównaniu z pszenicą twardą potwierdzają badania Ciołek i Makarskiej [2004], Gąsiorowskiego i Obuchowskiego [1978] oraz Rachonia [2001]. Wielu autorów [Szwed-Urbaś i in. 1995, Rachoń 2001] uważa, a potwierdzają to także uzyskane wyniki, że ilość glutenu kształtuje się z reguły wprost proporcjonalnie do zawartości białka. Taką tezę potwierdza również współczynnik korelacji dla obu tych cech, który jest bardzo wysoki i wynosi 0,96 (tab. 7).

Tabela 1. Opady i temperatura powietrza w latach 2010–2012 w zestawieniu ze średnimi wieloletnimi (1951–2010) wg Obserwatorium Meteorologicznego w Felinie
Table 1. Rainfalls and air temperatures of the years 2010–2012 as compared to the long-term mean figures (1951–2010), according to the Meteorological Observatory at Felin

Rok – Year	Miesiące – Months											
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	Opady w mm – Rainfalls in mm											
2010/2011	119,0	11,2	46,8	32,4	24,8	25,2	8,1	29,9	42,2	67,8	189,0	65,3
2011/2012	5,4	28,5	1,0	34,5	33,6	22,1	28,6	34,0	56,3	62,8	52,3	37,6
Średnio z lat Mean for 1951–2010	53,7	40,1	38,2	31,4	23,4	25,8	28,0	39,0	60,7	65,9	82,0	70,7
Rok – Year	Temperatura powietrza w °C – Air temperature in °C											
2010/2011	12,5	5,6	6,4	-4,7	-0,8	-4,8	2,3	10,3	14,2	18,6	18,4	18,8
2011/2012	15,2	8,0	2,4	2,0	-1,8	-7,1	4,3	9,5	15,0	17,3	21,5	19,2
Średnio z lat Mean for 1951–2010	12,6	7,6	2,6	-1,6	-3,7	-2,8	1,0	7,4	13,0	16,3	18,0	17,2

Wyższy poziom agrotechniki wpłynął na wzrost zawartości białka i ilości glutenu, średnio, niezależnie od gatunku, odpowiednio o 1,2 i 3,6 pkt %. Wyniki te znajdują potwierdzenie w badaniach Woźniaka [2006]. Wśród badanych gatunków istotna zależność wystąpiła tylko w przypadku zawartości białka w ziarnie pszenicy zwyczajnej (wzrost o 1,6 pkt %) i pszenicy orkiszowej (1,8 pkt %). Podobne wyniki uzyskali Nowak i in. [2004], którzy dowiedli, że zróżnicowany poziom agrotechniki nie u wszystkich gatunków pszenicy wywierał jednakowy wpływ na cechy jakościowe. W przypadku pozostałych wskaźników jakościowych nie wykazano interakcji między badanymi gatunkami a intensywnością technologii.

Tabela 2. Zawartość białka ogółem (% s.m.) w ziarnie pszenicy ozimej
Table 2. Total protein content (% d.m.) in grain of winter wheat

Odmiany Cultivars	Lata – Years		Poziomy agrotechniki Agrotechnical levels (średnio z lat – average of 2011–2012)		Średnio Mean
	2011	2012	AP	AW	
‘Tonacja’ (<i>T. aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i>)	12,3	14,9	12,8	14,4	13,6
<i>T. monococcum</i>	20,2	19,7	19,6	20,3	19,9
‘Komnata’ (<i>T. durum</i>)	13,5	15,7	14,3	14,9	14,6
‘Schwabenkorn’ (<i>T. aestivum</i> ssp. <i>spelta</i>)	17,0	19,1	17,1	18,9	18,0
Średnio Mean	15,7	17,3	15,9	17,1	–
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	a – 1,03; b – 0,55; c – 0,39; a × b – 1,46; a × c – 1,04				

a – dla odmian – for cultivars; b – dla poziomów agrotechniki – for agrotechnical levels; c – dla lat – for years; a × b – dla interakcji: odmiana × poziom agrotechniki – for interaction cultivar × agrotechnical level; a × c – dla interakcji: odmiana × rok – for interaction cultivar × year; r.n. – nieistotne – not significant; AP – agrotechnika przeciętna – agrotechnical ordinary; AW – agrotechnika wysoka – agrotechnical superior

Tabela 3. Ilość glutenu (%) w ziarnie pszenicy ozimej
Table 3. Gluten content (%) in grain of winter wheat

Odmiany Cultivars	Lata – Years		Poziomy agrotechniki Agrotechnical levels (średnio z lat – average of 2011–2012)		Średnio Mean
	2011	2012	AP	AW	
‘Tonacja’ (<i>T. aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i>)	26,6	34,4	28,2	32,8	30,5
<i>T. monococcum</i>	44,6	39,0	40,1	43,5	41,8
‘Komnata’ (<i>T. durum</i>)	27,8	33,7	30,1	31,4	30,7
‘Schwabenkorn’ (<i>T. aestivum</i> ssp. <i>spelta</i>)	37,1	42,7	37,2	42,5	39,9
Średnio Mean	34,0	37,4	33,9	37,5	–
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	a – 3,96; b – 2,11; c – 1,22; a × b – r.n.; a × c – 3,23				

objaśnienia w tabeli 2 – explanations see table 2

Tabela 4. Masa 1000 ziaren (g) pszenicy ozimej
Table 4. Weight of 1000 grains (g) of winter wheat

Odmiany Cultivars	Lata – Years		Poziomy agrotechniki Agrotechnical levels (średnio z lat – average of 2011–2012)		Średnio Mean
	2011	2012	AP	AW	
‘Tonacja’ (<i>T. aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i>)	48,7	45,2	46,4	47,4	46,9
<i>T. monococcum</i>	27,1	22,6	25,0	24,7	24,8
‘Kornata’ (<i>T. durum</i>)	52,3	48,2	49,8	50,8	50,3
‘Schwabenkorn’ (<i>T. aestivum</i> ssp. <i>spelta</i>)	48,3	39,0	43,7	43,6	43,6
Średnio Mean	44,1	38,8	41,2	41,6	–
NIR _{0.05} LSD _{0.05}	a – 1,41; b – r.n.; c – 0,41; a × b – r.n.; a × c – 1,07				

objaśnienia w tabeli 2 – explanations see table 2

Tabela 5. Szklistość ziarna (%) pszenicy ozimej
Table 5. Grain vitreousness (%) of winter wheat

Odmiany Cultivars	Lata – Years		Poziomy agrotechniki Agrotechnical levels (średnio z lat – average of 2011–2012)		Średnio Mean
	2011	2012	AP	AW	
‘Tonacja’ (<i>T. aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i>)	18,6	19,1	15,8	22,0	18,9
<i>T. monococcum</i>	4,9	4,6	4,3	5,3	4,8
‘Kornata’ (<i>T. durum</i>)	44,1	73,4	57,3	60,3	58,8
‘Schwabenkorn’ (<i>T. aestivum</i> ssp. <i>spelta</i>)	9,9	14,5	9,4	15,0	12,2
Średnio Mean	19,4	27,9	21,7	25,6	–
NIR _{0.05} LSD _{0.05}	a – 7,15; b – 3,83; c – 1,69; a × b – r.n.; a × c – 4,48				

objaśnienia w tabeli 2 – explanations see table 2

Tabela 6. Zawartość skrobi (% s.m.) w ziarnie pszenicy ozimej
Table 6. Starch content (% d.m.) in grain of winter wheat

Odmiany Cultivars	Lata – Years		Poziomy agrotechniki Agrotechnical levels (średnio z lat – average of 2011–2012)		Średnio Mean
	2011	2012	AP	AW	
‘Tonacja’ (<i>T. aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i>)	49,3	49,8	50,2	48,9	49,5
<i>T. monococcum</i>	46,1	49,4	47,7	47,8	47,7
‘Komnata’ (<i>T. durum</i>)	50,1	50,9	50,6	50,4	50,5
‘Schwabenkorn’ (<i>T. aestivum</i> ssp. <i>spelta</i>)	48,0	47,8	48,4	47,4	47,9
Średnio Mean	48,4	49,5	49,2	48,6	–
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	a – 1,99; b – r.n.; c – 0,86; a × b – r.n.; a × c – 2,27				

objaśnienia w tabeli 2 – explanations see table 2

Tabela 7. Współczynniki korelacji (r) między badanymi cechami pszenicy ozimej
Table 7. Simple correlation coefficients (r) among features of winter wheat

Cechy Traits	Szklistość ziarna Grain vitreousness	Białko ogółem Total protein	Gluten	Skrobia Starch
MTZ Weight of 1000 grains	0,584	-0,842*	-0,740*	0,507
Szklistość ziarna Grain vitreousness	–	-0,477	-0,489	0,720*
Białko ogółem Total protein	–	–	0,960*	-0,639
Gluten	–	–	–	-0,724*

*istotne współczynniki korelacji (p = 0,05) – significant correlation coefficient (p = 0.05)

W porównywanych latach badań istotnie większe wartości analizowanych cech odnotowano w roku 2012. Zawartość białka była większa o 1,6 pkt %, a ilość glutenu o 3,4 pkt % w porównaniu z rokiem 2011. Z analizy danych meteorologicznych (tab. 1) wynika, że okres wegetacyjny 2011/2012 był w porównaniu z okresem 2010/2011 bardziej suchy (suma opadów mniejsza o 265 mm) i ciepły (średnia temperatura wyższa o 0,7°C). Szczególnie dotyczy to okresu nalewania ziarna i kształtowania jego jakości (II połowa

czerwca–początek sierpnia). Zdaniem wielu autorów [Gooding i Smith 1998, Rharrabtia i in. 2003, Kocoń i Podolska 2008] cechy jakościowe ziarna pszenicy ulegają poprawie w warunkach umiarkowanego niedoboru wody, co potwierdzono w niniejszej pracy.

Masa 1000 ziaren, główny parametr oceny towaroznawczej, była największa u pszenicy twardej odmiany 'Komnata' – 50,3 g, mniejsza u pszenicy zwyczajnej odmiany 'Tonacja' – 46,9 g i pszenicy orkisz odmiany 'Schwabenkorn' – 43,6 g, a zdecydowanie najmniejsza u pszenicy jednoziarnistej – 24,8 g (tab. 4). Na znaczną masę 1000 ziaren pszenicy twardej w swoich badaniach zwracają uwagę Ciołek i Makarska [2004] oraz Rachoń i in. [2002]. Wzrost poziomu agrotechniki, niezależnie od porównywanych gatunków pszenicy, nie wpłynął istotnie na wartość tego parametru, inaczej niż w badaniach Woźniaka [2006], który wykazał wzrost MTZ wraz z intensyfikacją agrotechniki. Rok 2012 ze względu na mniejsze opady i wyższą temperaturę był mniej korzystny dla dorodności ziarna (istotny spadek o 5,3 g) niż 2011, ale okazał się bardziej korzystny dla szklistości ziarna (tab. 5) – wzrost o 5%. Pszenica twarda wyróżniała się wśród badanych gatunków wysoką szklistością ziarna – 58,8%, co jest charakterystyczne dla tego gatunku i znajduje potwierdzenie w szeregu prac [Gąsiorowski i Obuchowski 1978, Rachoń 2001, Spychaj i in. 2010, Zwingelberg 1996]. Istotnie mniejszą szklistością cechowało się ziarno pozostałych gatunków pszenicy: zwyczajnej – 18,9%, orkiszu – 12,2% i jednoziarnowej – 4,8%. Szklistość ziarna wzrastała wraz z poziomem intensyfikacji uprawy, co potwierdzają Dubis i Borysewicz [2008] oraz Krawczyk i in. [2008].

Zawartość skrobi, obok ilości i jakości glutenu, decyduje o właściwościach wypiekowych pszenicy. W przeprowadzonych badaniach wykazano zróżnicowanie w zawartości skrobi w latach badań i w gatunkach pszenicy (tab. 6). Największą zawartość skrobi odnotowano w ziarnie pszenicy twardej – 50,5%, a najmniejszą w pszenicy jednoziarnistej – 47,7%. Bardziej korzystne warunki do akumulacji skrobi wystąpiły, podobnie jak w przypadku białka, w roku bardziej ciepłym i suchym – 2012. Poziom agrotechniki nie wpływał istotnie na omawiany składnik.

W przeprowadzonej analizie korelacji wykazano istotną współzależność dla następujących par cech: białko – gluten (+0,960), szklistość ziarna – zawartość skrobi (+0,720) oraz MTZ – białko (-0,842), MTZ – gluten (-0,740), a także gluten – skrobia (-0,724) (tab. 7).

WNIOSKI

1. Intensyfikacja agrotechniki polegająca na zastosowaniu większych dawek N i kompleksowej ochrony zwiększyła zawartość białka i ilość glutenu oraz szklistość ziarna pszenicy, nie miała natomiast wpływu na MTZ i zawartość skrobi.

2. Ziarno pszenicy jednoziarnistej charakteryzowało się największą zawartością białka i ilością glutenu w ziarnie oraz najmniejszą masą 1000 ziaren i szklistością ziarna.

3. Największą szklistością oraz dorodnością cechowało się ziarno pszenicy twardej.

4. Zwiększenie dawek azotu oraz wprowadzenie kompleksowej ochrony u wszystkich gatunków pszenicy powodowało wzrost zawartości białka, glutenu i szklistości ziarna.

5. Wykazano dodatnie korelacje dla następujących par cech: białko – gluten, szklistość ziarna – zawartość skrobi oraz ujemne dla par: MTZ – białko, MTZ – gluten, gluten – skrobia.

6. Aby uzyskać surowiec wysokiej jakości, konieczne jest zastosowanie technologii bardziej intensywnych w uprawie nie tylko pszenicy zwyczajnej, ale również innych gatunków pszenicy uznawanych za tzw. gatunki ekstensywne w uprawie, takich jak orkisz i pszenica jednoziarnowa.

PIŚMIENNICTWO

- Abdel-Aal E.S.M., Hucl P., Sosulski F.W., 1995. Compositional and nutritional characteristics of spring eincorn and pelt wheats. *Cereal Chem.* 72 (6), 621–624.
- Ciołek A., Makarska E., 2004. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem i ochrony chemicznej na wybrane parametry jakościowe ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 59 (2), 777–784.
- Dubis B., Borysewicz J., 2008. Wpływ nawożenia azotem na plon i technologiczną jakość wybranych odmian pszenicy ozimej. *Fragm. Agronom.* 1 (97), 111–119.
- Gąsiorowski H., Obuchowski W., 1978. Pszenica makaronowa durum (*Triticum durum*). *Post. Nauk Rol.* 1/78, 35–52.
- Gooding M.J., Smith G.P., 1998. The potential to use climate, variety and nitrogen relationships to optimize wheat quality. *Fifth Congress ESA*, 1, 229–230.
- Kocóń A., Podolska G., 2008. Wpływ niedoboru wody w glebie na plon i jakość ziarna wybranych odmian pszenicy ozimej. *Fragm. Agronom.* 1 (97), 167–176.
- Krawczyk P., Ceglińska A., Kardialik J., 2008. Porównanie wartości technologicznej ziarna orkisz z pszenicą zwyczajną. *Żywn. Nauka. Technol. Jakość* 5, 43–51.
- Majewska K., Dąbkowska E., Żuk-Gołaszewska K., Tyburski J., 2007. Wartość wypiekowa mąki otrzymanej z ziarna wybranych odmian orkisz (*Triticum spelta* L.). *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 5 (2), 60–71.
- Nowak W., Zbrozczyk T., Kotowicz L., 2004. Wpływ intensywności uprawy na niektóre cechy jakościowe ziarna odmian pszenic. *Pam. Puł.* 135, 199–212.
- Rachoń L., 2001. *Studia nad plonowaniem i jakością pszenicy twardej (Triticum durum Desf.)*. Rozprawy Naukowe AR w Lublinie, 248.
- Rachoń L., Szwed-Urbaś K., Segit Z., 2002. Plonowanie nowych odmian pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od poziomu nawożenia azotem i ochrony roślin. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 57, 71–76.
- Rachoń L., Szumiło G., 2009. Yields of winter durum wheat (*Triticum durum* Desf.) lines in condition of different protection level of plants. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 8 (3), 15–22.
- Rachoń L., Szumiło G., Nita Z., 2009. Plonowanie ozimych rodów *Triticum durum* i *Triticum aestivum* ssp. *spelta* w warunkach okolic Lublina. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 64 (3), 101–109.
- Rharrabtia Y., Royob C., Vilegasb D., Apariciob N., Garcia del Moral L.F., 2003. Durum wheat quality Mediterranean environments I. Quality expression under different zones, latitudes and water regimes across Spain. *Field Crop. Res.* 80, 123–131.
- Spychaj R., Gil Z., Chrzanowska-Drózd B., 2010. Wpływ nawożenia azotem oraz gęstości siewu na jakość ziarna i mąki ozimej pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) odmiany Komnata. *Pam. Puł.* 152, 263–276.
- Szumiło G., Kulpa D., Rachoń L., 2009. Ocena przydatności ziarna wybranych gatunków pszenicy ozimej do produkcji pieczywa. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 64 (4), 1–6.

- Szwed-Urbaś K., Segit Z., Grundas S., 1995. Wstępna ocena jakości ziarna pszenicy twardej w warunkach Lubelszczyzny. *Biuletyn IHAR* 194, 149–154.
- Woźniak A., 2006. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy twardej i zwyczajnej w zależności od poziomu agrotechniki. *Acta Agrophysica* 8 (3), 755–763.
- Zwingelberg H., 1996. Mahleigenschaften von Durumweizenprovenienzen. *Getreide, Mehl Brot* 50 (6), 328–332.

Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr N N310 306839

Summary. The research material consisted of grain obtained from field experiments carried out in 2010–2012 at the Felin Experimental Farm, belonging to the University of Life Sciences in Lublin. The aim of this study was to assess the effect of different agrotechnical levels on the grain quality of 4 species of winter wheat: common wheat cultivar ‘Tonacja’, durum wheat cultivar ‘Komnata’, spelt wheat cultivar ‘Schwabenkorn’ and einkorn wheat – gene bank material. The study showed that intensification of agrotechnics increased protein content and the amount of gluten and grain vitreousness of wheat, but had no effect on the TKW and starch content. Among the analyzed species, einkorn wheat was characterized by the highest content of protein and the amount of gluten in grains and the lowest weight of 1000 grains and grain vitreousness, while the highest grain vitreousness and grain plumpness was characteristic of durum wheat. Interaction responses of the tested species were similar. Positive correlations were shown for the following pairs of traits: protein-gluten, grain vitreousness-starch and negative ones for TKW-protein, TKW-gluten and gluten- starch.

Key words: agrotechnical levels, grain quality, common wheat, durum wheat, spelt wheat, einkorn wheat, correlation coefficients