

RADOSŁAW SPYCHAJ¹**ZYGMUNT GIL**¹**BARBARA CHRZANOWSKA-DROŹDŹ**²

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

¹ Zakład Technologii Zbóż² Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

Wartość technologiczna ziarna ozimej pszenicy twardej odmiany Komnata w zależności od sposobu chemicznej ochrony roślin

Technological value of winter durum wheat cv. Komnata as dependent on chemical plant protection

W pracy oceniono wpływ sposobu chemicznej ochrony roślin na właściwości ziarna i mąki ozimej pszenicy twardej odmiany Komnata. W latach 2005–2008 w RZD Pawłowice, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu przeprowadzono ścisłe doświadczenie polowe w 4 powtórzeniach, na glebie kompleksu pszennego dobrego, w stanowisku po rzepaku ozimym. W doświadczeniu polowym zastosowano trzy sposoby chemicznej ochrony roślin oraz poziom kontrolny, w którym nie stosowano środków ochrony roślin przeciwko patogenom wywołanym przez grzyby. Uzyskane ziarno oceniono pod względem cech fizycznych, przemiałowych oraz cech jakościowych mąki, według metodyki obowiązującej w przetwórstwie pszenicy twardej. Uzyskane wyniki badań wykazywały znacznie większy wpływ warunków pogodowych na cechy ziarna i mąki ozimej pszenicy twardej niż sposobu chemicznej ochrony roślin. Ziarno o najkorzystniejszych cechach jakościowych otrzymano w 2006 roku, w którym w lipcu, podczas dojrzewania pszenicy odnotowano bardzo niską sumę opadów (12 mm), a temperatura przekraczała o prawie 5°C średnią wieloletniej z lat 1976–2005. Wartość współczynnika Sielinianova (k) dla tego okresu wyniosła tylko 0,16. Sposób chemicznej ochrony roślin, polegający na zaprawianiu ziarna siewnego i dwukrotnym stosowaniu fungicydów, sprzyjał uzyskaniu ziarna o najlepszych cechach jakościowych za wyjątkiem wartości wskaźnika wielkości cząstki. Wpływ badanego czynnika na cechy przemiałowe ziarna za wyjątkiem wydajności mąki śrutowej i wymielności kaszek był nieistotny, natomiast w odniesieniu do cech jakościowych mąki powodował jedynie obniżenie rozpyłalności glutenu.

Słowa kluczowe: jakość ziarna, chemiczna ochrona roślin, ozima pszenica twarda

The influence of chemical plant protection on properties of grain and flour was determined in winter durum wheat (*T. durum* L.) cv. Komnata. The field experiment was carried out in the years 2005–2008 at the Agriculture Experimental Station in Pawłowice, in vicinity of Wrocław, Poland, on lessive soil developed from silty clay, after winter oilseed rape forecrop. The 16.5 m² plots were arranged in randomized replicate blocks. In the experiment three ways of chemical plant protection were applied together with the control, without chemical plant protection. Physical and milling properties of the

obtained grain and milling properties and quality features of flour were estimated according to the current methodology used in hard wheat technology. The results show greater influence of weather conditions than that of chemical plant protection on the grain and flour features. The best grain was harvested in 2006 when, during maturation, the lowest rainfall was recorded (12 mm) and temperature was higher, about 5°C in comparison to means from the years 1976–2005. The value of Sieliniánov coefficient for this period was only 0.16. The best grain, excluding particle size index, was obtained from plants cultivated from the treated seed and twice sprayed with fungicides. Influence of the estimated factor on milling properties, excluding break flour and middling extraction, was not important. Chemical plant protection decreased considerably only flowingness of gluten.

Key words: chemical plant protection, grain quality, winter durum wheat

WSTĘP

Zainteresowanie pszenicą twardą wynika przede wszystkim z jej wykorzystania do produkcji najlepszego jakościowo makaronu. Produkcja i spożycie makaronów w Polsce od wielu lat systematycznie wzrasta, ponadto preferencje konsumentów skupiają się na wysokiej jakości produktach z pszenicy twardej (Jurga, 2007 b).

W Polsce jak dotychczas nie uprawia się pszenicy twardej na skalę przemysłową. Potrzeby surowcowe dotyczące tego gatunku pokrywa import, głównie z USA, Kanady, Włoch i Rosji. W ostatnich latach, dzięki intensywnym pracom hodowlanym wpisano do Krajowego Rejestru Odmian dwie polskie odmiany pszenicy twardej hodowli smolickiej: Komnata — odmiana ozima oraz SMH87 — odmiana jara.

Wartość technologiczna ziarna kształtowana jest przez warunki środowiskowe, czynniki agrotechniczne oraz czynnik genetyczny, wyrażony cechami odmianowymi. Określenie wpływu zabiegów agrotechnicznych na jakość ziarna linii, rodów czy odmian pszenicy twardej było przedmiotem wielu prac, a dokonana w nich ocena oparta została na cechach typowo rolniczych takich jak plon ziarna, odporność upraw na wyleganie, czy choroby (Rachoń i Dziamba, 1999; Płaskowska i Chrzanowska-Drożdż, 2008; Segit i Szwed-Urbaś, 2008) oraz liczba i masa ziaren w kłosie (Rachoń i in., 2002 a; Sulewska i in., 2007; Woźniak, 2006; Woźniak i Staniszewski, 2007). Szersza ocena uzyskanego ziarna pszenicy twardej opierała się przede wszystkim na określeniu wartości cech fizycznych ziarna oraz określenie w ziarnie takich parametrów jak zawartość popiołu, białka ogółem oraz wydajności glutenu mokrego czy poziomu aktywności α -amylazy za pomocą liczby opadania (Szwed-Urbaś i in., 1997; Ciołek i Makarska, 2004 c; Woźniak i Staniszewski, 2007).

Specyficzne właściwości ziarna pszenicy twardej, zwłaszcza wysoka zawartość białka, wpływają na odmienne niż w przypadku pszenicy zwyczajnej warunki przemiału, w wyniku, którego uzyskuje się kaszkę makaronową zwaną semoliną. Ponadto cechy jakościowe ziarna determinują technologiczne parametry tego podstawowego surowca do produkcji makaronu. Wyjątkowe właściwości glutenu mokrego, wysoka zawartość barwników karotenoidowych oraz odmienna granulacja mąki z pszenicy zwyczajnej są cechami szczególnie cennymi w przypadku semoliny właściwej jakości (Obuchowski, 1997; Troccoli i in., 2000; Rachoń i in., 2002b; Cacak-Pietrzak, 2008).

Ocena nowych odmian i linii rodzimych pszenicy twardej oraz określenie wpływu warunków ich uprawy na inne niż rolnicze cechy ziarna oraz produktów jego przemiału na podstawie cech typowo technologicznych w literaturze fachowej jest udokumentowana w niedostatecznym stopniu (Rachoń i in., 2002 b; Ciołek i Makarska, 2004 a,b; Makowska i in., 2008).

Ważnym kryterium oceny odmian pszenicy *T. durum* w aspekcie rolniczym są między innymi: odporność na choroby i szkodniki, suszę, wyleganie, odporność na niskie temperatury zimą a także wielkość i jakość uzyskanego plonu. Sprawia to, że jej uprawa w warunkach klimatu umiarkowanego należy do wyjątkowo wymagających (Płaskowska i Chrzanowska-Drożdż, 2008; Rachoń i Szumiło, 2006). Spośród czynników agrotechnicznych oddziałujących na jakość ziarna pszenicy twardej w naszym kraju, w najmniejszym stopniu zbadany jest wpływ środków ochrony roślin na parametry jakości ziarna. Stosowanie zabiegów fungicydowych w uprawie pszenicy przynosi znane korzyści ekonomiczne, wyrażające się ograniczeniem występowania patogenów, a przez to wzrostem plonu ziarna. Może równocześnie przyczynić się do zmian jakości ziarna, mąki i makaronu. Zatem wiedza o konsekwencjach wpływu stosowania chemicznej ochrony roślin na właściwości technologiczne surowca zbożowego jest istotna szczególnie w przypadku nowych odmian zbóż, jaką jest ozima pszenica twarda odmiany Komnata (Bojarczuk, 2005; Jurga, 2007 a).

Celem pracy było określenie wpływu sposobu chemicznej ochrony roślin na cechy jakościowe ziarna, w tym właściwości przemiałowe oraz cechy jakościowe mąki nowego genotypu ozimej pszenicy *T. durum* w warunkach Niżu Dolnośląskiego.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań pochodził z uprawy ozimej pszenicy twardej odmiany Komnata z sezonów wegetacyjnych 2005/2006, 2006/2007 oraz 2007/2008.

W ramach prowadzonego doświadczenia stosowano następujące sposoby chemicznej ochrony roślin.

- kontrola — bez ochrony
- zaprawianie ziarna: Panoctine 300LS (octan guazatyny) w 2005 i 2006 r., Maxim 025 FS (fludioxnil) w 2007 roku
- zaprawianie ziarna + 1x mieszanina fungicydów: Alert 375 SC (fluzilazol, karbendazym) + Talius 200 EC (proquinazyd) w fazie BBCH 32.
- zaprawianie ziarna + 2x mieszanina fungicydów Alert + Talius oraz Acanto 250 SC (pikoksystrobina) + Charisma 207 EC (flusilazol, famoksat) w fazie BBCH 51. W 2006 roku zastosowano insektycyd Nurelle D 550 SC (chloropiryfos, cypermetryna) przeciwko mszycom. Na wszystkich obiektach jesienią po siewie stosowano herbicyd Maraton 375 SC (izoproturon, diflufenikan).

Wysiew ziaren następował w 3 dekadzie września w latach 2005, 2006 oraz 2007. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 16,5 m², gęstość siewu 500 ziaren·m⁻². Gleba charakteryzowała się wysoką zasobnością w fosfor, potas i średnią w magnez oraz lekko kwaśnym odczynem pH. Przedsięwzięcie zastosowano nawożenie P (35 kg·ha⁻¹) i K

(83 kg·ha⁻¹). Nawożenia azotem w dawce całkowitej 90 kg·ha⁻¹ aplikowano z podziałem 60 kg N·ha⁻¹ (BBCH 30) oraz 30 kg·ha⁻¹ (BBCH 33).

Ziarno oceniono na podstawie szklistości, gęstości w stanie zsypanym, masy tysiąca ziaren, wyrównania (Jakubczyk i Haber, 1983) oraz twardości ziarna (wskaźnik wielkości cząstki — 95µm) (Gąsiorowski i in., 1999). Właściwości przemiałowe pszenicy twardej określono za pomocą młyna Quadrumat Senior na podstawie wydajności mąk pasażowych i mąki ogółem, wydajności i wymielności kaszek oraz liczby pstrocin. Określono zawartość białka ogółem w ziarnie i mące (PN-75/A-04018) oraz wydajność i rozplywalność glutenu mokrego (PN-74041:1977), wykonano oznaczenie liczby opadania (PN-ISO 3093:1999), zawartości skrobi (Jakubczyk i Haber, 1983) oraz stopnia jej mechanicznego uszkodzenia (AACC 76-30; AACC 80-60). Ponadto mąkę oceniono na podstawie wskaźnika sedymentacyjnego Zeleny'ego (PW-ISO 5529:1998) oraz zawartości barwników karotenoidowych (AACC 14-50).

Analiza statystyczna wyników polegała na wykonaniu dwuczynnikowej analizy wariancji (rok uprawy oraz sposób chemicznej ochrony roślin) a istotność różnic między średnimi określono na podstawie testu Duncana przy P = 0,95.

Warunki pogodowe

Warunki pogodowe (suma opadów oraz średnie miesięczne dobowe temperatury) panujące podczas rozwoju pszenicy w trzech sezonach badań zestawione zostały w tabeli 1. Z przedstawionego zestawienia wynika znaczne ich zróżnicowanie.

Tabela 1

Przebieg warunków pogodowych podczas uprawy pszenicy twardej odmiany Komnata w latach 2005–2008

Weather conditions during vegetation periods of durum wheat cv. Komnata in the years 2005–2008

Rok Year	Miesiąc Month											Średnia Mean IX–VII
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	
	Opady Precipitation (mm)											
2005/2006	20,2	5,4	26,3	95,9	23,5	39,3	22,1	51,1	15,9	56,6	12,0	368,3
2006/2007	17,6	57,9	68,3	35,2	52,0	59,0	48,8	2,7	50,3	69,2	92,4	553,4
2007/2008	46,1	21,7	53,9	21,0	56,7	20,4	33,0	87,1	37,3	36,5	65,6	479,3
Suma z lat Sum from years 1976–2005	45,3	32,3	36,6	37,4	31,9	26,7	31,7	30,5	51,3	59,5	78,9	462,1
	Średnia dobowa temperatura Mean temperature of day(°C)											
2005/2006	17,7	15,2	9,9	3,2	-5,9	-1,9	0,6	9,9	14,3	18,4	23,4	9,5
2006/2007	16,2	11,0	6,7	4,3	4,9	2,7	6,6	10,9	16,2	19,2	19,2	10,7
2007/2008	12,9	8,3	2,8	1,0	2,7	3,9	4,6	8,9	14,3	18,8	19,8	8,9
Średnia z lat Mean from years 1976–2005	13,3	9,2	3,7	0,2	-1,0	0,1	3,7	8,3	14,1	16,9	18,7	7,9

Okres wegetacji pszenicy w sezonie 2005/2006 charakteryzował się najniższą sumą opadów (368,3 mm). W sezonie (2006/2007) stwierdzono najwyższą sumę opadów 553,4 mm, a w kolejnym 2007–2008 wynosiła 479,3 mm i była zbliżona do średniej wieloletniej z lat 1976–2005, która wynosiła (462 mm). We wszystkich sezonach wegetacyjnych średnia temperatura była wyższa o co najmniej 1°C od średniej wieloletniej (7,9°C).

Jesień roku 2005 cechowały warunki termiczno-wilgotnościowe sprzyjające równomiernym wschodom roślin. Miesiące zimowe odznaczały się znacznie niższą temperaturą w styczniu, lutym i marcu oraz wyższą sumą opadów odnotowanych w grudniu i lutym od średniej wieloletniej. Pomimo znacznie niższej temperatury w styczniu i lutym w stosunku do wielolecia, pszenica *durum* bardzo dobrze przetrzymała. W kwietniu i maju temperatura przewyższała średnią wieloletnią, a suma opadów w maju stanowiła zaledwie 30% wieloletniej. Czerwiec odznaczał się zbliżoną sumą opadów i wyższą temperaturą od wieloletniej. Suma opadów w lipcu wynosiła 12 mm i stanowiła jedynie 15% średniej wieloletniej, a średnia temperatura przekroczyła o 5°C wieloletnią, co wpłynęło na bardzo szybkie dojrzewanie ziarna.

We wszystkich miesiącach sezonu 2006/2007 odnotowana temperatura przekraczała średnią wieloletnią. Zanotowano również wyższą od wieloletniej sumę opadów z wyjątkiem września, kwietnia i maja. Zimowe zahamowanie wegetacji wystąpiło dopiero w lutym i trwało tylko jeden miesiąc. Kwiecień był ciepły i bardzo suchy (spadło zaledwie 2,7 mm deszczu). W czerwcu i lipcu, w okresie wypełniania i dojrzewania ziarna, suma opadów przewyższała o 20% średnią wieloletnią, co skutkowało silniejszym występowaniem patogenów, opóźnieniem zbioru pszenicy i pogorszeniem jakości ziarna.

W sezonie 2007/2008 średnia temperatura września, października i listopada była niższa od wieloletniej, a w pozostałych miesiącach przekraczała przeciętną wieloletnią. Suma opadów okresu jesienno-zimowego była zbliżona do wieloletniej, natomiast w okresie wiosenno-letnim bardzo mokry był kwiecień. Maj i czerwiec były suche, a w lipcu suma opadów była niższa o 13 mm od średniej wieloletniej i były one nierównomiernie rozłożone. W każdym roku badań, pszenicę *durum* odmiany Komnata zbierano kombajnem w II lub III dekadzie lipca przy wilgotności ziarna 12–13%.

Warunki termiczno-wilgotnościowe w okresie od IV do VII trzech sezonów wegetacyjnych przedstawiono również przy pomocy współczynnika hydrotermicznego Sieliana (Molga, 1986) obliczonego według wzoru:

$$k = P/0,1 \sum t,$$

gdzie:

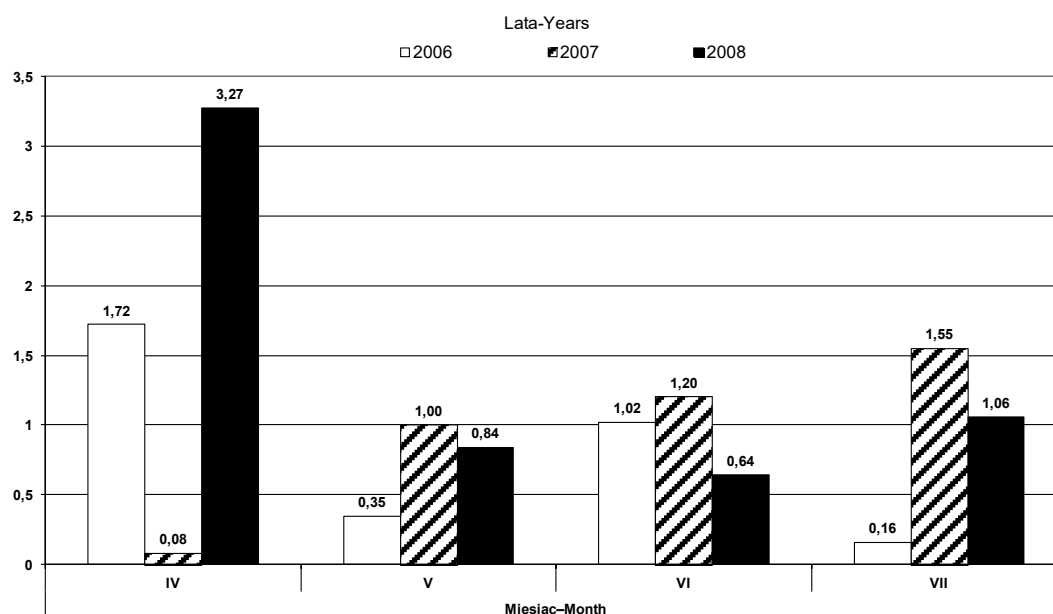
P — suma miesięczna opadów atmosferycznych w mm

$\sum t$ — miesięczna suma temperatur powietrza $> 0^{\circ}\text{C}$.

Za warunki ekstremalne przyjmuje się wartości k , które mieszczą się w przedziałach niższych od 0,5, a więc skrajnie suche i bardzo suche oraz powyżej 2,5 warunki bardzo wilgotne i skrajnie wilgotne.

Wartości współczynnika k w miesiącach IV–VII w badanym trzyleciu (rys. 1) pozwoliły wydzielić miesiące, w których panowały warunki ekstremalne. W 2006 roku w V i VII wystąpiły warunki skrajnie suche bądź bardzo suche, a wartość współczynnika k była

niższa od 0,5. W kwietniu roku 2007 wykazano warunki skrajnie suche a w tym samym miesiącu kolejnego roku stwierdzono warunki skrajnie wilgotne.



* Objasnienie — Explanation
 0–0,5 – okres suszy; drought period
 0,51–1,0 – okres półsuszy; semi-drought period
 1,01–2,0 – okres względnie wilgotny; relatively most period
 > 2,01 – okres o dużym uwilgotnieniu; high-moisture period

Rys. 1. Wartości współczynnika Sielinianova (k^*)
 Fig. 1. Values of Sielinianov coefficient (k^*)

WYNIKI

Na podstawie przeprowadzonej analizy uzyskanych wyników stwierdzono znaczne różnice między jakością ziarna i mąki pomiędzy latami oraz mniejsze w wyniku zastosowania sposobu chemicznej ochrony roślin (tab. 2–4).

Uzyskany materiał w pierwszym roku badań (sezon wegetacyjny 2005/2006) charakteryzował się najwyższą szklistością (85%), twardością (16,6%) oraz liczbą opadania (416 s) (tab. 2). Materiał badawczy z pozostałych dwóch lat badań cechował się istotnie mniejszą szklistością (odpowiednio 59%, 68%), wyższymi wartościami wskaźnika wielkości cząstek (18,9%, 20,5%) oraz niższą liczbą opadania (364 s, 384 s). Ziarno z pierwszego sezonu cechowało się również najniższym wyrównaniem (93%), a mąka otrzymana z niego zawierała najmniej pstrocin (28 szt. · dm⁻²). Najniższą gęstość ziarna w stanie zsypanym oraz masę tysiąca ziaren odnotowano w drugim roku zbiorów (sezon 2006/2007) i wynosiły one odpowiednio 79,8 kg · hl⁻¹ i 53,1 g. W trzecim roku badań

odnotowano najwyższą gęstość ($82,7 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$) i masę tysiąca ziaren ($64,3 \text{ g}$), a także najniższą twardość ($20,5\%$).

Tabela 2

Cechy jakościowe ziarna i mąki z pszenicy twardej odmiany Komnata
Quality features of grain and flour of durum wheat cv. Komnata

Czynniki Factors		Cecha Feature						
		szklistość ziarna vitreosity of grain (%)	gęstość w stanie zsypanym test weight ($\text{kg} \cdot \text{hl}^{-1}$)	masa 1000 ziaren weight of 1000 kernels (g)	wskaźnik wielkości cząstki particle size index (%)	wyrówna- nie ziarna uniformity of grain (%)	liczba pstrocin number of speck (szt. $\cdot \text{dm}^{-2}$)	liczba opadania falling number (s)
Rok Year	2005/2006	85 a*	80,7 b	62,4 b	16,6 c	93 c	28 c	416 a
	2006/2007	59 c	79,8 c	53,1 c	18,9 b	97 a	46 a	364 c
	2007/2008	68 b	82,7 a	64,3 a	20,5 a	95 b	35 b	384 b
Sposób chemicznej ochrony roślin Chemical plant protection	kontrola — control	74 a	80,8 b	57,2 c	18,8 b	95 a	37 a	395 a
	zaprawianie — treated	70 b	81,3 ab	59,2 b	18,8 b	94 a	35 a	397 a
	zaprawianie+1 x fungicyd treated+1xfungicid	71 b	81,2 ab	61,4 a	19,5 a	95 a	36 a	393 a
	zaprawianie+2 x fungicyd treated +2 x fungicide	77 a	81,5 a	61,9 a	17,7 c	95 a	36 a	373 a

*Małe litery oznaczają grupy jednorodne wg testu Duncana ($p = 0,95$)

*Small letters stand for homogenous groups of the Duncan test ($p = 0.95$)

Sposób ochrony chemicznej roślin spowodował uzyskanie ziarna o zróżnicowanych wartościach cech jakościowych (tab. 2). Przy zastosowaniu zaprawiania z dwukrotnym zabiegiem fungicydowym otrzymano ziarno o najwyższej szklistości (77%) oraz wysoką gęstością ziarna w stanie zsypanym ($81,5 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$) oraz masie tysiąca ziaren ($61,9 \text{ g}$). Jednocześnie należy zaznaczyć, że wysoką szklistością cechowało się ziarno z obiektów kontrolnych (74%), a zastosowanie chemicznej ochrony roślin polegającej na zaprawianiu ziarna oraz zaprawianiu w połączeniu z jednokrotnym stosowaniem fungicydu, spowodowało pogorszenie jakości pszenicy twardej pod względem szklistości. Najniższą masę tysiąca ziaren ($57,2 \text{ g}$) odznaczało się ziarno bez stosowania chemicznej ochrony. W miarę intensyfikowania ochrony wartości tej cechy wzrastały istotnie do $61,9 \text{ g}$. Wpływ omawianego czynnika na wyrównanie ziarna, liczbę pstrocin oraz liczbę opadania był nieistotny, a uzyskane wartości cech były na poziomie odpowiednio $94\text{--}95\%$; $35\text{--}37 \text{ szt} \cdot \text{dm}^{-2}$ oraz powyżej 373 s .

Podczas przemiału ziarna w pierwszym roku badań wydajność mąki śrutowej była najniższa i wynosiła $10,9\%$ (tab. 3). Ilość mąki wymiałowej uzyskanej w pierwszym i trzecim roku wynosiła odpowiednio $50,3\%$ oraz $49,8\%$. W 2008 roku otrzymano najwięcej mąki ogółem ($67,3\%$) i była to wydajność o $6,2$ i $4,8\%$ wyższa niż w latach 2006 i 2007. Pod względem wydajności kaszek wyróżnić należy sezon 2005–2006, w którym wydajność wynosiła $57,3\%$ i była najwyższa w badanym trzyleciu. Największą wymielność kaszek stwierdzono w trzecim roku badań ($92,1\%$). W pozostałych latach wartość tej cechy wynosiła $87,9\%$ (sezon 2005/2006) oraz $87,6\%$ (sezon 2006/2007).

Zastosowanie sposobu chemicznej ochrony w uprawie pszenicy twardej istotnie wpływało na zróżnicowanie cech przemiałowych tylko w odniesieniu do wydajności mąki śrutowej oraz wymielności kaszek (tab. 3). Zaprawianie ziarna spowodowało uzyskanie mąki śrutowej w największej ilości 15,4%. Przy pozostałych sposobach ochrony roślin uzyskano mąkę śrutową w ilości od 14,6% do 14,8%. Zaobserwowano zmniejszenie wymielności kaszek wraz ze wzrostem intensywności omawianego czynnika z 90,1% (bez ochrony) do 88,0% przy zaprawianiu ziarna i dwukrotnym stosowaniu fungicydów.

Tabela 3

Właściwości przemiałowe ziarna pszenicy twardej odmiany Komnata
Grain milling properties of durum wheat cv. Komnata

Czynniki Factors		Cecha Feature				
		wydajność mąki (%) flour extraction (%)			wydajność kaszek middlings extraction (%)	wymielność kaszek middlings reduction (%)
		śrutowej break	wymiałowej reduction	ogółem total		
Rok Year	2005/2006	10,9 c	50,3 a	61,1 b	57,3 a	87,9 b
	2006/2007	16,4 b	46,1 b	62,5 b	52,6 c	87,6 b
	2007/2008	17,4 a	49,8 a	67,3 a	54,1 b	92,1 a
Sposób chemicznej ochrony roślin Chemical plant protection	kontrola — control	14,8 ab	49,1 a	64,0 a	54,6 a	90,1 a
	zaprawianie — treated	15,4 a	49,1 a	64,4 a	54,6 a	89,9 ab
	zaprawianie+1 x fungicyd treated+1 x fungicide	14,6 b	48,9 a	63,5 a	55,1 a	88,9 bc
	zaprawianie+2 x fungicyd treated +2 x fungicide	14,7 b	47,9 a	62,6 a	54,5 a	88,0 c

Na parametry jakościowe mąki z pszenicy twardej odmiany Komnata w dużej mierze wpływał przebieg pogody a w niewielkim stopniu sposób chemicznej ochrony roślin (tab. 4). W pierwszym roku badań stwierdzono największą zawartość białka w ziarnie i mące (13,1%, 1,1%) oraz wydajność glutenu mokrego o największej rozplywlaności (30,5%, 7,2 mm). Wartość wskaźnika sedymentacyjnego Zeleny'ego z tego samego roku badań oraz 2008 roku była najwyższa i wynosiła 19,8 cm³, 19,7 cm³. Ilość skrobi w mące z pierwszego roku badań była najmniejsza (72,7%), ale jej stopień mechanicznego uszkodzenia największy (16,29%). W mące odnotowano również najmniejszą zawartość barwników karotenoidowych (2,98 ppm). Ilość barwników w mące z pozostałych lat badań wynosiła 3,76 ppm (sezon 2006/2007) oraz 4,02 ppm (sezon 2007/2008).

Cechy jakościowe mąki z pszenicy durum za wyjątkiem białka ogółem w ziarnie i rozplywalności glutenu mokrego nie były modyfikowane sposobem ochrony chemicznej roślin. Zawartość białka w ziarnie z obiektów bez ochrony i najintensywniejszej ochrony była zbliżona (11,8 i 11,9%). Ziarno z pozostałych obiektów zawierało istotnie, aczkolwiek nieznacznie, mniej tego składnika. Intensywna ochrona roślin przyczyniła do istotnego zmniejszenia rozplywalności glutenu mokrego.

Cechy jakościowe mąki z pszenicy twardej odmiany Komnata
Quality features of flour from durum wheat cv. Komnata

Czynniki Factors		Cecha Featur							
		białko ogółem total protein		gluten mokry wet gluten (%)	rozpływal ność glutenu deliquescence of wet gluten (mm)	wskaźnik sedymen- cyjny Zeleny'ego sedimenta- tion test (cm ³)	skrobia starch (%)	uszkodzenie skrobi starch damage (%)	barwniki karotenoi- dowe caroteno- ids pigment (ppm)
		A	B						
Rok	2005/2006	13,1 a	11,1 a	30,5 a	7,2 a	19,8 a	72,7 b	16,29 a	2,98 b
Year	2006/2007	11,3 b	9,7 b	22,3 b	5,9 b	18,0 b	75,7 a	12,85 c	3,76 a
	2007/2008	10,8 c	9,6 b	22,4 b	5,4 b	19,7 a	75,5 a	14,05 b	4,02 a
Sposób	kontrola — control	11,8 a	10,2 a	25,6 a	6,7 a	19,5 a	74,3 a	14,12 a	3,65 a
chemicznej	zaprawianie — treated	11,6 b	10,1 a	25,0 a	6,8 a	19,2 a	75,0 a	14,15 a	3,69 a
ochrony	zaprawianie+1 x fungicyd	11,7 b	10,1 a	25,4 a	6,4 a	19,7 a	74,3 a	14,70 a	3,41 a
roślin	treated+1 x fungicide								
Chemical	zaprawianie+2 x fungicyd	11,9 a	10,3 a	25,8 a	5,7 b	18,6 a	74,8 a	14,92 a	3,47 a
plant	treated +2 x fungicide								
protection									

A — w ziarnie; in grain (%)

B — w mące; in flour (%)

DYSKUSJA

Ziarno pszenicy twardej wykorzystywane w przetwórstwie powinno charakteryzować się bardzo wysoką szklistością, dużą masą tysiąca ziaren i gęstością ziarna w stanie zsylnym oraz bursztynową barwą (Obuchowski, 1997). Z ziarna o niższej szklistości nie jest możliwe otrzymanie semoliny o właściwej granulacji, kolorze oraz zawartości białka (Fabriani i Lintas, 1988). Badania Matsuo i Dextera (1980) dowodzą, że wysoka gęstość ziarna w stanie zsylnym oraz masa tysiąca ziaren są dodatnio skorelowane z wydajnością procesu przemiału ziarna *T. durum* na semolinę. W prezentowanych badaniach ziarno ozimej odmiany Komnata cechowała bardzo duża zmienność szklistości w latach badań (od 59% do 85%) oraz znacznie mniejsza zależność tego wyróżnika od sposobu chemicznej ochrony roślin. Szklistość jarych linii pszenicy twardej w badaniach Ciołek i Makarskiej (2004 c) zawierała się w zakresie 79,4–88,6% i również zależna była od warunków pogodowych. Pszenica ta cechowała się niższą niż w badaniach własnych masą tysiąca ziaren. Zastosowanie przez Rachonia i in. (2002 a) intensywnej w stosunku do minimalnej chemicznej ochrony roślin powodowało uzyskanie ziarna jarej pszenicy twardej o lepszych cechach fizycznych. W pracach innych autorów (Rachoń i in., 2002 a; Ciołek i Makarska, 2004 c) odnotowano wzrost masy tysiąca ziaren spowodowany intensyfikacją ochrony, który wyniósł od 2,5 g do 4 g. W pracach tych oraz w pracy Woźniaka (2006) zmiana gęstości ziarna pszenicy twardej w stanie zsylnym pod wpływem intensyfikacji poziomu agrotechniki była nieistotna. W obecnych badaniach stwierdzono istotnie statystyczny wzrost wartości obu cech w porównaniu z kontrolą.

Wyrównanie ziarna odmiany Komnata wynosiło powyżej 93%, a zastosowane chemiczne środki ochrony roślin nie wpływały na wartość tej cechy. Porównywane przez Woźniaka (2006) ziarno pszenicy zwyczajnej i twardej cechowało się takim samym wyrównaniem (83,8% 83,9%) natomiast zastosowane w uprawie środki ochrony roślin spowodowały wzrost wartości omawianej cechy o 1,5% u pszenicy zwyczajnej i 1,2% w przypadku pszenicy twardej. Wspomnieć należy, że cecha ta dla pszenicy twardej determinowana jest również przez zmianowanie roślin w uprawie (Woźniak i Staniszewski, 2007). W badaniach Rachonia i Szumiło (2009) nie wykazano zróżnicowania masy tysiąca ziaren oraz gęstości ziarna w stanie zsypanym pod wpływem intensywniej ochrony.

Ważnym wyróżnikiem jakościowym ziarna w aspekcie wykorzystania w produkcji makaronów jest jego twardość (Obuchowski i Bushuk, 1980; Kilborn i in., 1982; El-Khayat i in., 2006). Koreluje ona ze szklistością ziarna oraz zawartością białka, co znalazło potwierdzenie w niniejszych badaniach. Uzyskane obecnie wartości wskaźnika wielkości cząstki nie przekraczały 20,5% twardość zależały od warunków pogodowych niż stosowania chemicznej ochrony roślin.

Przeznaczone do produkcji makaronu surowce cechować powinna wysoka czystość pod względem ilości cząstek okrywy owocowo-nasiennej w postaci pstrocin lub jej uszkodzeniu pod wpływem patogenów (Obuchowski, 1997). Duża ilość pstrocin stanowi potencjalne źródło peroksydaz będących przyczyną ciemnienia ciasta makaronowego (Feillet i in., 2000). Ocenianą mąkę z pszenicy durum odmiany Komnata uznać można za produkt o dużej czystości (28–46 szt. \cdot dm⁻²). Nie stwierdzono wpływu sposobu chemicznej ochrony roślin na ten wyróżnik. Zwrócić należy uwagę, że najmniejszą liczbę pstrocin w mące stwierdzono w pierwszym roku badań, w którym ziarno cechowało się najlepszą jakością.

Jednym z podstawowych wyróżników oceny surowca makaronowego jest określenie aktywności α -amylazy przez oznaczenie liczby opadania Hagberga-Pertena (Obuchowski, 1997). Za najkorzystniejszą uznaje się wartości liczby opadania w zakresie 350–450 s. Segit i Szwed-Urbaś (2008) wykazali wpływ zmiennych warunków pogodowych na wartość liczby opadania, która kształtowała się w zakresie od 82 s do 502 s. Niejednoznaczny jest również wpływ chemicznej ochrony roślin na aktywność α -amylazy. W badaniach Woźniaka (2006) nie wykazano wpływu tego czynnika na liczbę opadania. Ciołek i Makarska (2004 c) podają, iż intensywna chemiczna ochrona roślin powoduje istotne statystycznie zmniejszenie wartości liczby opadania (o 29 s) w porównaniu z minimalnym poziomem ochrony upraw. Również w naszych badaniach wykazano zmniejszenie (o 22 s) wartości liczby opadania przez intensyfikację chemicznej ochrony roślin, ale bez potwierdzenia statystycznego.

Właściwości przemiałowe ocenianej pszenicy twardej ulegały znacznym zmianom w poszczególnych latach badań, o czym dobitnie świadczą uzyskane wydajności mąk pasażowych oraz ich wzajemna relacja ilościowa. W pierwszym roku badań uzyskano ponad 5 razy więcej mąki wymiałowej niż mąki śrutowej. W pozostałych latach mąka śrutowa stanowiła 1/3 mąki wymiałowej. Cacak-Pietrzak i in. (2005) stwierdzili, że w przemiale pszenicy zwyczajnej mąka śrutowa stanowi około 50% mąki wymiałowej. W obecnych badaniach najmniejszą ilość mąki śrutowej oraz ogółem otrzymano z ziarna o

największej twardości i szklistości. Wpływ chemicznej ochrony roślin na cechy przemiałowe pszenicy twardej był niewielki, jednak jak podają Płaskowska i Chrzanowska-Drożdż (2008) czynnik ten w istotnym stopniu ogranicza stopień porażenia upraw *T. durum* przez *Blumeria graminis*, *Puccinia recondita* oraz patogeny związane z obecnością chorób podstawy źdźbła.

Ziarno oraz otrzymana z niego mąka w obecnych badaniach cechowała zawartość białka na poziomie 10,8–13,1% oraz 9,6–11,1%, a o jego poziomie w zdecydowanie większym stopniu decydowały warunki pogodowe niż sposób chemicznej ochrony roślin. Poziom zawartości białka w ziarnie pszenicy *T. durum* może zawierać się w szerokim zakresie 9–18% (Szwed-Urbaś i in., 1997; Rachoń i Szumiło, 2002) jednak surowiec na cele przetwórcze nie powinien zawierać mniej niż 13% tego składnika (Fabriani i Lintas, 1988). Kolejnym kryterium oceny surowca makaronowego jest ilość i jakość kompleksu glutenowego oceniana poprzez jego wydajność (nie mniej niż 30%) i rozplywalność glutenu (9–13 mm) (Obuchowski, 1997; Fabriani i Lintas, 1988; Samaan i in., 2006). W obecnych badaniach tylko materiał z pierwszego roku badań cechował się wyższą niż 30% wydajnością glutenu a rozplywalność glutenu dla wszystkich obiektów była niższa od zalecanej. Ważnym parametrem oceny surowca, związanym z frakcją białkową, jest wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego. Wartość tego wskaźnika koreluje z zawartością białka ogółem (Hruskova i in., 2004). Uzyskane w prezentowanych badaniach wartości omawianego testu dla mąki z pszenicy twardej odmiany Komnata należy uznać za niskie, co wynika z innego niż w przypadku pszenicy zwyczajnej składu białek glutenowych (Bourdet i Feillet, 1967).

Brak jest doniesień literaturowych dotyczących wpływu sposobu ochrony chemicznej *T. durum* na tak ważne technologiczne parametry, jak stopień uszkodzenia skrobi czy zawartość barwników karotenoidowych. W badaniach własnych nie stwierdzono wpływu chemicznej ochrony roślin na wartości obu tych cech.

Przy przemiale pszenicy twardej uzyskuje się mąkę o wyższym stopniu uszkodzenia skrobi w porównaniu z mąką z pszenic miękkich. Wskaźnik ten w bardzo dużym stopniu koreluje z wodochłonnością mąki (0,99), co nie jest korzystne dla uzyskania ciasta makaronowego o prawidłowo ukształtowanej siatce glutenowej (Laskowski i Różyło, 2004). Zastosowana obecnie zróżnicowana chemiczna ochrona roślin nie powodowała istotnych zmian stopnia uszkodzenia skrobi. Wskaźnik ten różnicowany był warunkami pogodowymi w okresie wegetacji.

Kolejną ocenianą cechą mąki odmiany Komnata była zawartość barwników karotenoidowych, która jest wyższa niż w mące z pszenicy zwyczajnej (Obuchowski, 1997). Oceniane przez Aalamiego i in. (2007) odmiany pszenicy twardej zawierały od 3,8–7,2 ppm barwników karotenoidowych, a w pszenicy zwyczajnej 2,7–3,6 ppm. Ponadto w badaniach tych stwierdzono również wyższą aktywność lipooksygenaz, peroksydaz oraz polifenylooksydaz w ziarnie pszenicy zwyczajnej niż w pszenicy twardej, co ma istotne znaczenie w kształtowaniu barwy ciasta makaronowego i makaronu. Pszenica twarda uprawiana w warunkach polskich cechowała się zawartością barwników karotenoidowych na poziomie 1,82–2,88 ppm (Rachoń i in., 2002 b) 1,6–3,14 ppm (Ciołek i Makarska, 2004 c). Sulewska i in. (2007) badała odmiany zagraniczne *T. durum* w warunkach

Wielkopolski i stwierdziła ich nieprzydatność ze względu na niską zawartość karotenoidów. Uzyskane w badanych własnych zawartości związków barwnych (2,98–4,02 ppm) na tle doniesień literaturowych należy uznać za satysfakcjonujące, a chemiczna ochrona roślin nie powodowała ich ilościowych zmian.

WNIOSKI

1. Warunki termiczno-wilgotnościowe w znacznie większym stopniu modyfikowały cechy technologiczne ziarna pszenicy twardej odmiany Komnata niż sposób ochrony chemicznej roślin. Najbardziej korzystne cechy jakościowe ziarna oraz mąki stwierdzono w 2006 roku, w którym podczas dojrzewania pszenicy w lipcu, odnotowano bardzo niską sumę opadów (12 mm) i wartość współczynnika Sielinianova (0,16), a średnia dobowa temperatura przekraczała o prawie 5°C średnią wieloletnią.
2. Uprawa pszenicy twardej odmiany Komnata z zastosowaniem intensywnej ochrony roślin (zaprawianie ziarna oraz dwukrotne użycie fungicydów) sprzyjała uzyskaniu zadowalających wartości większości badanych cech jakościowych ziarna i mąki. Wartości te nie były gorsze od uzyskanych dla pszenicy twardej uprawianej bez ochrony chemicznej.

LITERATURA

- American Association of Cereal Chemists. 2000. Approved methods of the AACC. 10th Ed. Methods 76-60, 80-60; 14-50. The Association: St. Paul, MN.
- Aalami M., Leelavathi K., Prasada Rao U. J. S. 2007. Spaghetti making potential of Indian durum wheat varieties in relation to their protein, yellow pigment and enzyme contents. Food Chemistry 100: 1243 — 1248.
- Bojarczuk J. 2005. A może pszenic twarda?, Agroservis. 6: 4 — 5.
- Bourdet A., Feillet P. 1967. Distribution of phosphorus compounds in the protein fraction of various types of wheat flour. Cereal Chem. 44: 457 — 482.
- Cacak-Pietrzak G. 2008. Wykorzystanie pszenicy w różnych gałęziach przemysłu spożywczego-wymagania technologiczne. Prz. Zboż. Młyn. 11: 11 — 13.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Torba J. 2005 Wartość przemiałowa wybranych odmian pszenicy z hodowli „Nasiona Kobierzyc” Pam. Puł. 139: 27 — 38.
- Ciołek A., Makarska E. 2004 a. Wpływ chemicznej ochrony na aktywność antyoksydacyjną polifenoli i frakcji tokoferoli ziarniaków pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Biul. IHAR 231:147 — 156.
- Ciołek A., Makarska E. 2004 b. Ocena jakości nowych linii pszenicy twardej na podstawie charakterystyki białek gliadynowych i glutenowych w warunkach stosowania zróżnicowanego nawożenia azotem. Acta Scient. Pol. Technol. Aliment. 3 (2): 147 — 155.
- Ciołek A., Makarska E. 2004 c. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem i ochrony chemicznej na wybrane parametry jakościowe ziarna pszenicy twardej. Annales UMCS, Sec. E, LIX,2:777 — 784.
- El-khayat G. H., Samaan J., Manthey F. A., Fuller M. P., Brennan C. S. 2006. Durum wheat quality I. some physical and chemical characteristics of Syrian durum wheat genotypes. Int. J. Food Sci. and Technology 41 (Supplement 2): 22 — 29.
- Fabriani G., Lintas C. 1988. Durum wheat: chemistry and technology. AACC Inc.
- Feillet P., Autran J., Icard-Vernie`re C. 2000. Pasta Brownness: An Assessment. J. Cereal Sci. 32: 215 — 233.
- Gąsiorowski H., Kołodziejczyk P., Obuchowski W. 1999. Twardość ziarna pszenicy. Przegl. Zboż.-Młyn. 7: 6 — 8.

- Hruskova M., Skodova V., Blazek J. 2004. Wheat sedimentation values and falling number. Czech J. Food Sci. 22 (2): 51 — 57.
- Jakubczyk T., Haber T. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Zakład Graficzny Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1983.
- Jurga R. 2007 a. Stan i perspektywy krajowego przetwórstwa zbóż. Przeg. Zboż. Młyn. 9: 7 — 8.
- Jurga R. 2007 b. 10-lecie działalności Polskiej Izby Makaronowej. Przeg. Zboż. Młyn. 7: 23 — 25.
- Kilborn K. R., Black H. C., Dexter J. E., Martin D. G. 1982. Energy consumption during milling: description of two measuring systems and influence of wheat hardness on energy requirements. Cereal Chem. 59 (4): 284 — 288.
- Laskowski J., Różyło R. 2004. Ocena wpływu stopnia uszkodzenia skrobi w mące pszennej na właściwości reologiczne (alweograficzne) ciasta. Acta Agrophisica 4 (2): 373 — 380.
- Makowska A., Obuchowski W., Sulewska H., Koziara W., Paschke H. 2008. Effect of nitrogen fertilization of durum wheat varieties on some characteristics important for pasta production. Acta Sci. Pol., Technologia Alimentat. 7 (1): 28 — 39.
- Matsuo R. R., Dexter J. E. 1980. Relationship between some durum wheat physical characteristics and semolina milling properties. Can. J. Plant Sci. 60: 49 — 53.
- Molga M. 1986. Podstawy klimatologii rolniczej. PWRiL, Warszawa.
- Obuchowski W. 1997. Technologia przemysłowej produkcji makaronu. Wyd. AR Poznań.
- Obuchowski W., Bushuk W. 1980. Wheat hardness: comparison of methods of its evaluation. Cereal Chem. 57 (6): 421 — 425.
- Piąskowska E., Chrzanowska-Drodź B. 2008. Ocena zdrowotności i plonowania pszenicy twardej ozimej *Triticum durum* Desf. w zależności od sposobu ochrony roślin. Zeszyty Prob. Post. Nauk Rol. 531: 177 — 184.
- PN-75/A-04018-Produkty rolniczo-żywnościowe — Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
- PN-74041:1977. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczenie ilości i jakości glutenu.
- PN-ISO 5529:1998. Pszenica. Oznaczenie wskaźnika sedymentacyjnego. Test Zeleny'ego.
- PN-ISO 3093:1999. Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina — oznaczanie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena.
- Rachoń L. 2004. Ocena przydatności ziarna krajowych i zagranicznych linii i odmian jarej pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) do produkcji makaronu. Biul. IHAR 231: 129 — 137.
- Rachoń L., Dziamba Sz. 1999. Wpływ przedsewnej biostymulacji nasion światłem na plonowania i jakość pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Pam. Puł. 118: 341 — 347.
- Rachoń L., Szumiło G. 2002. Plonowanie i jakość niektórych polskich i zagranicznych odmian i linii pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Pam. Puł. 130: 619 — 624.
- Rachoń L., Szumiło G. 2006. Plonowanie i opłacalność upraw pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Pam. Puł. 142: 403 — 409.
- Rachoń L., Szumiło G. 2009. Yield of winter durum wheat (*Triticum durum* Desf.) lines in condition of different protection level of plants. Acta Sci. Pol. Agricultur 8 (3): 15 — 22.
- Rachoń L., Szwed-Urbaś K., Segit Z., 2002 a. Plonowanie nowych odmian linii pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od poziomu nawożenia azotem i ochrony roślin. Annales UMCS, Sec. E, LVII: 71 — 76.
- Rachoń L., Dziamba Sz., Obuchowski W., Kołodziejczyk P. 2002 b. Ocena przydatności ziarna odmian pszenicy twardej (*Triticum durum*) i zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*) do produkcji makaronu. Annales UMCS, Sec. E, LVII: 77 — 86.
- Samaan J., El-khayat G. H., Manthey F. A., Fuller M. P., Brennan Ch. S. 2006. Durum wheat quality II: The relationship of kernel physicochemical composition to semolina quality and end product utilisation. Int. J. Food Sci. and Technology 41 (Supplement 2): 47 — 55.
- Segit Z., Szwed-Urbaś K. 2008. Zróżnicowanie genetyczne cech użytkowych pszenicy twardej. Biul. IHAR 250: 117 — 124.
- Sulewska H., Koziara W., Bojarczuk J. 2007. Kształtowanie plonu i jakość ziarna wybranych genotypów *Triticum durum* Desf. w zależności od nawożenia azotem i gęstości siewu. Biul. IHAR 245: 17 — 28.

- Szwed-Urbaś K., Segit Z., Mazurek H. 1997. Parametry jakościowe ziarna krajowych linii pszenicy zwyczajnej. Biul. IHAR 204: 129 — 139.
- Troccoli A., Borrelli G. M., De Vita P., Fares C., Di Fonzo N. 2000. Durum wheat quality: a multidisciplinary concept. J. Cereal Sci. 32: 99 — 113.
- Woźniak A., 2006. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy jarej zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) i twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od poziomu agrotechniki. Acta Agroph. 8 (3): 755 — 763.
- Woźniak A., Staniszewski M. 2007. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od jej udziału w zmianowaniu. Acta Agroph. 9 (3): 809 — 816.