

Barbara MURAWSKA¹, Ewa SPYCHAJ-FABISIAK¹, Anna KEUTGEN², Elżbieta WSZELACZYŃSKA², Jarosław POBEREŻNY²

e-mail: murawska@utp.edu.pl

¹Zakład Chemii Rolnej, Katedra Chemii Środowiska, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz²Zakład Technologii Żywności, Katedra Mikrobiologii i Technologii Żywności, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

Cechy technologiczne badanych odmian ziarna pszenicy ozimej uprawianych w warunkach Polski i Wielkiej Brytanii

Wstęp

Pszenica należy do najważniejszych roślin zbożowych. Powierzchnia jej zasiewów sięga około 230 milionów ha, z czego 2,5 miliona to pola uprawne w Polsce, a w Wielkiej Brytanii około 2,0 mln ha. Najwyższe plony ziarna uzyskuje się w Holandii (8,5 t·ha⁻¹) jak również w Wielkiej Brytanii (7,4 t·ha⁻¹) i Francji. Natomiast w Polsce średnie plony ziarna pszenicy kształtują się średnio na poziomie 4,5 t·ha⁻¹ [Austin, 1999; Bzdziński i Krasowicz, 2008; Podolska i Wyrzyńska, 2011]. O ich wysokości i jakości decyduje bardzo wiele czynników siedliskowych i antropogenicznych między innymi właściwości genetyczne odmiany, warunki klimatyczne, glebowe oraz nawozowe [Podolska i Stankowski, 2001; Rutkowska, 2002; Ruske i in., 2003; Knapowski i Ralcewicz, 2004; Kindred i in., 2007; Siuda i in., 2010].

Z uwagi na duże znaczenie ziaren zbóż jako strategicznego surowca w gospodarce żywnościowej, prowadzi się obecnie szczególnie silną selekcję ich odmian pod względem właściwości cech technologicznych [Podolska, 2004; Podolska i Wyrzyńska, 2011]. Należy podkreślić, że najważniejszym surowcem wykorzystywanym na cele konsumpcyjne, zwłaszcza do produkcji pieczywa są ziarna pszenicy.

Podstawowym czynnikiem decydującym o przydatności jej ziarna a tym samym mąki do wypieku pieczywa jest odpowiednia zawartość białka ogólnego o której decydują uwarunkowania genetyczne [Subda i in., 1997; Podolska, 2004; Ktenioudaki i in., 2011]. Determinują one również podstawowe parametry jakościowe ziarna pszenicy ozimej takie jak: MTZ, ciężar objętościowy, zawartość mokrego glutenu czy wskaźnik sedymentacji. Powyższe cechy technologiczne decydują o jakości pieczywa, które jest znanym człowiekowi źródłem pożywienia od najdawniejszych czasów. Dlatego powinno być zdrowym, dobrym, budującym pokarmem o wysokich walorach odżywczych, smakowych. Chleb zawiera duże ilości węglowodanów, białka które są niezbędne organizmowi do prawidłowego funkcjonowania. Pieczywo dobrze wyrośnięte, pulchne i o równomiernej porowatości miękiszu uzyskuje się z mąk charakteryzujących się prawidłowymi parametrami technologicznymi. Pod koniec ubiegłego wieku spożycie pieczywa przez statystycznego mieszkańca Polski kształtowało się na poziomie około 90 kg [Cichoń i Miśniakiewicz, 2004]. Z kolei Świetlik [2012] podaje, na podstawie danych GUS z 2011 roku, że spożycie pieczywa w Polsce na osobę wynosiło 53,52 kg.

Postęp w hodowli nowych odmian pszenicy wywołuje konieczność poznania ich reakcji na intensywność technologii uprawy oraz na miejsce ich uprawy. Celem podjętych badań było określenie wpływu czynnika odmianowego na wielkość plonu ziarna, zawartości białka ogólnego czterech brytyjskich odmian pszenicy ozimych i trzech polskich pobranych z pól produkcyjnych. Dodatkowo badano również wartość wybranych wyróżników technologicznych ziarna i mąki.

Materiały i metody

Odmiany ziarna pszenicy ozimej

Badania prowadzono w oparciu o próby siedmiu odmian ziarna pszenicy ozimej pobranych w latach 2009–2011 z pól produkcyjnych zlokalizowanych w Wielkiej Brytanii i Polsce. Odmiany brytyjskie uprawiano w następujących miejscowościach: Chichester (odmiana *Solstice*) oraz Sleaford (odmiany: *Ascot*, *Alchemy*, *Oakley*) natomiast odmiany polskie uprawiano i zebrano z pól zlokalizowanych w Minikowie (*Batuta*) i Bobowie (*Muszelka*) oraz Strzelcach (*Bogatka*).

Nawożenie

W uprawie wszystkich brytyjskich odmian pszenicy ozimej stosowano bardzo intensywne nawożenie azotem (200 kg N·ha⁻¹) z uwzględnieniem jej podziału, oraz intensywną ochronę roślin w postaci środków owadobójczych, chwastobójczych i biostymulatorów wzrostu. W przypadku odmian polskich: *Batuta*, *Muszelka* oraz *Bogatka* zastosowano optymalną dawkę azotu która wynosiła 130 kg N·ha⁻¹. Dawki fosforu i potasu zarówno w warunkach Wielkiej Brytanii i Polski wyznaczono na podstawie potrzeb pokarmowych badanych odmian a zabiegi dotyczące ochrony roślin stosowano zgodnie z zachowaniem poprawnej agrotechniki dla badanych odmian.

Warunki meteorologiczne

Przebieg warunków meteorologicznych dla Chichester i Sleaford w Wielkiej Brytanii uzyskano ze stacji: Chichester Bar, Sussex oraz Nottingham, East Midlands, natomiast dane warunków polskich z *Punktu Meteorologicznego RZD* w Minikowie. W sezonach wegetacyjnych 2008/2009, 2009/2010 i 2010/2011 średnie temperatury powietrza i sumy opadów w Wielkiej Brytanii oraz w Polsce wynosiły odpowiednio: 9,85°C i 570,6 mm (średnie wielolecia 11,45°C i 577,5 mm) oraz 8,5°C i 436,7 mm (średnie wielolecia 8,5°C i 531,2 mm).

Oznaczenia

Zbiór plonów ziarna pszenicy ozimych dokonano w fazie pełnej dojrzałości ziarna. Plon ziarna z każdego pola produkcyjnego (10 prób) przeliczono na plon ziarna w t·ha⁻¹ uwzględniając 85% suchej masy. W odpowiednio przygotowanym materiale roślinnym wykonano następujące oznaczenia:

- w **śrucie ziarna**: zawartość białka ogólnego, według wzoru: zawartość N [g·kg⁻¹] × 5,7 (wg *Kjeldahla*, [PN-EN-ISO 20483, 2014] oraz liczbę opadania wg *Hagberga* [PN-ISO 3093, 2010],
- w **mące pszennej**: zawartość mokrego glutenu [PN-A-74043-3, 1994], wskaźnik sedymentacji – test wg *Zeleny'ego*, [PN-ISO 5529, 2010].

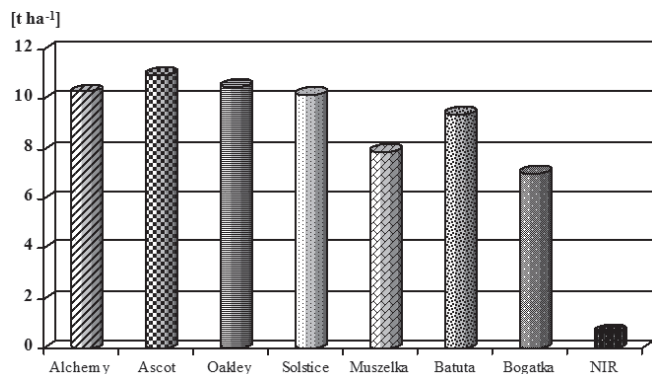
Uzyskane wyniki trzyletnich badań opracowano statystycznie, wykorzystując analizę wariancji w układzie jednoczynnikowym, gdzie czynnikiem badawczym były odmiany ($n = 7$), a różnice graniczne oszacowano według testu *Tukey'a* ($p = 0,05$).

Wyniki badań i dyskusja

Wielkości plonu ziarna badanych angielskich i polskich odmian pszenicy ozimej kształtowały się w zakresie od 7,0 do 11 t·ha⁻¹ ze średnią całkowitą 9,5 t·ha⁻¹ (Rys. 1) i istotnie determinowane były czynnikiem odmianowym. Najwyższym plonem ziarna charakteryzowała się brytyjska odmiana *Ascot* – 11 t·ha⁻¹ i był on istotnie wyższy o 36,4% w porównaniu do najniższej plonującej polskiej odmiany *Bogatka* (Rys. 1).

Pozostałe badane angielskie odmiany (*Oakley*, *Alchemy* i *Solstice*) plonowały na bardzo zbliżonym poziomie powyżej 10 t·ha⁻¹. *Ruske* i in. [2003] badając wielkość plonów wielu brytyjskich odmian pszenicy uzyskali zdecydowanie niższe plony, średnio na poziomie 7,53 t·ha⁻¹. Natomiast z badanych polskich odmian najwyższym plonem ziarna charakteryzowała się odmiana *Batuta* (9,4 t·ha⁻¹) i była ona istotnie niższa o 14,5% w stosunku do angielskiej odmiany *Ascot*, ale o 25,5% istotnie wyższa od najniższej plonującej polskiej odmiany *Bogatka* (7,00 t·ha⁻¹). Podobne plony ziarna pszenicy dla polskich odmian takich jak: *Kobra* (7,72 t·ha⁻¹) i *Sakwa* (7,39 t·ha⁻¹) w swoich badaniach uzyskali *Podolska* i in. [2007] oraz *Sulek* [2002] dla takich odmian jak *Begra*,

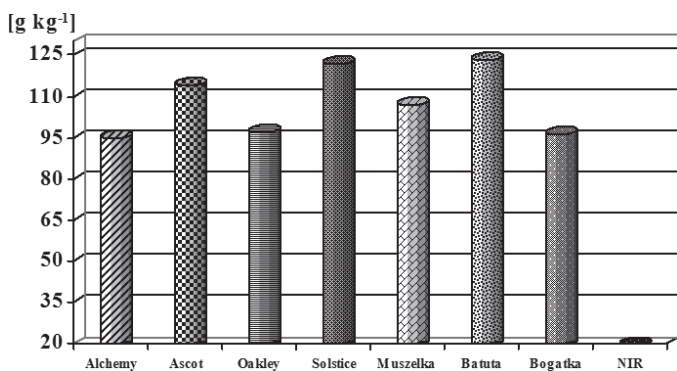
Gama ($6,96 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), *Panda* ($7,15 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) oraz *Weneda* ($7,88 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) i były zbliżone do wielkości plonów ziarna badanych odmian polskich (*Muszelka* i *Bogatka*). Stwierdzono, że średni plon ziarna badanych pszenic brytyjskich wyniósł $10,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ i był o 22,9% wyższy w porównaniu do średniego plonu ziarna polskich odmian. Kształtował się na poziomie $8,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Rys. 1).



Rys. 1. Średnie plony ziarna badanych polskich i brytyjskich odmian pszenic ozimych ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Wpływ nawożenia. Zdaniem wielu autorów [Sulek i in., 2002; Knapowski i Ralcewicz, 2004; Podolska i in., 2007; Budzyński i in., 2008; Piekarczyk i in., 2011] w nawożeniu pszenicy ozimej ważną rolę odgrywa nie tylko dawka azotu, ale także sposób aplikacji oraz termin zastosowania łącznie z aplikacją mikroelementów i fungicydów, dla zwiększenia efektywności nawożenia przy zachowaniu dobrej jakości plonu. Z badań własnych wynika, że w przypadku odmian angielskich stosowano nie tylko wysokie nawożenie azotem, ale również bardzo intensywną ochronę roślin co wyraźnie przełożyło się na wielkość plonu. Należy podkreślić, że w takich krajach jak Francja czy Wielka Brytania, warunki uprawy pszenicy są zdecydowanie lepsze tak pod względem jakości gleb jak i pod względem warunków klimatycznych. Pozwala to osiągać zdecydowanie wyższe plony [Podolska, 2004].

Średnie zawartości białka ogólnego w ziarnie badanych odmian pszenic ozimych brytyjskich i polskich kształtowały się w zakresie od 95 do $123 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Rys. 2).

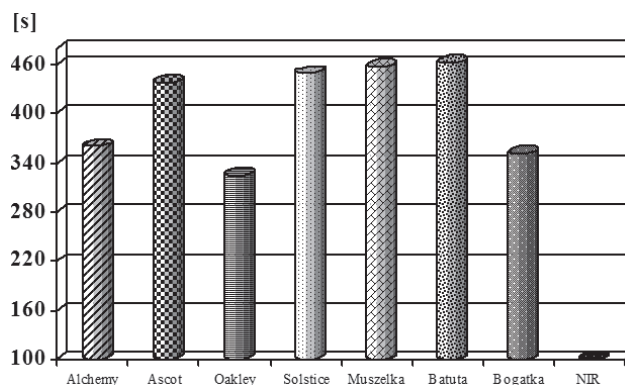


Rys. 2. Średnie zawartości białka ogólnego w ziarnach badanych polskich i brytyjskich odmian pszenic ozimych [$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]

Zawartości te były istotnie determinowane cechami odmianowymi (Rys. 2). Najwyższymi porównywalnymi zawartościami badanego parametru charakteryzowały się polska odmiana *Batuta* ($123 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) i brytyjska *Solstice* ($122 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Najniższymi zawartościami białka ogólnego charakteryzowały się w kolejności: brytyjska odmiana *Alchemy* ($95 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$), polska odmiana *Bogatka* ($96 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) oraz brytyjska *Oakley* ($97 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$). W literaturze przedmiotu można znaleźć wiele informacji potwierdzających i mówiących o silnym wpływie czynnika genetycznego i odmianowego na zawartość białka w ziarnie pszenicy [Ruske i in., 2003; Kindred i in., 2007; Budzyński i in., 2008]. Bardzo zbliżone, stosunkowo wysokie, podobnie jak w przypadku omawianej odmiany *Solstice* zawartości białka w ziarnie pszenicy w swoich badaniach uzyskali Ruske i in. [2003] oraz Kindred i in. [2007]. Na podstawie zawartości

białka ogólnego wchodzącego w skład wyróżników technologicznych, ziarno badanych odmian zarówno polskich jak i angielskich, za wyjątkiem ziarna polskiej odmiany *Batuta* i angielskiej *Solstice*, oceniane według wartości granicznych COBORU [Podolska i Sulek, 2003] nie kwalifikuje się do grupy pszenic chlebowych (B), ponieważ minimum zawartości dla tego parametru w tej grupie wynosi $120 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Liczba opadania to parametr jakościowy, informujący o poziomie aktywności enzymów amylolitycznych w ziarnach zbóż. Jest ważnym wyróżnikiem technologicznym ziarna pszenicy i uzyskanej z niego mąki wpływającym na jej wartość wypiekową [Podolska i Wyżńska, 2011]. W przeprowadzonych badaniach średnie wartości liczby opadania badanych odmian pszenicy ozimej kształtowały się w zakresie od 351 do 463 s (Rys. 3). Uwzględniając wartości wyróżników technologicznych pszenicy według COBORU [Podolska i Sulek, 2003], gdzie wartość graniczna liczby opadania dla pszenicy chlebowych wynosi 200 s można stwierdzić, że badane odmiany zarówno angielskie jak i polskie można zaliczyć do grupy pszenic elitarnych (E), ponieważ średnie wartości omawianej cechy dla wszystkich odmian są wyższe $> 280 \text{ s}$. Analiza wariancji wskazała, że wartości liczby opadania były istotnie determinowane również cechami odmianowymi. Średnio istotnie najwyższą wartością liczby opadania (czyli najniższą aktywnością α -amylazy) charakteryzowała się polska odmiana *Batuta* (463 s) i była ona wyższa o: 1,1; 3,0; 5,4; 22,2; 24,2 i 30% w porównaniu do odmiany odpowiednio: *Muszelka*, *Solstice*, *Ascot*, *Alchemy*, *Bogatka* oraz *Oakley* (Rys. 3). W obrębie badanych odmian brytyjskich najniższą wartością liczby opadania charakteryzowała się odmiana *Oakley* (324 s) i była niższa o 27,8% w porównaniu do wartości stwierdzonej dla odmiany *Solstice*. Natomiast Ktenioudaki i in. [2010] w swoich badaniach, dla odmiany *Ascot* uzyskali wartość liczby opadania na poziomie 452 s, i była ona wyższa o 3,1% w stosunku do wartości uzyskanej w niniejszych badaniach.

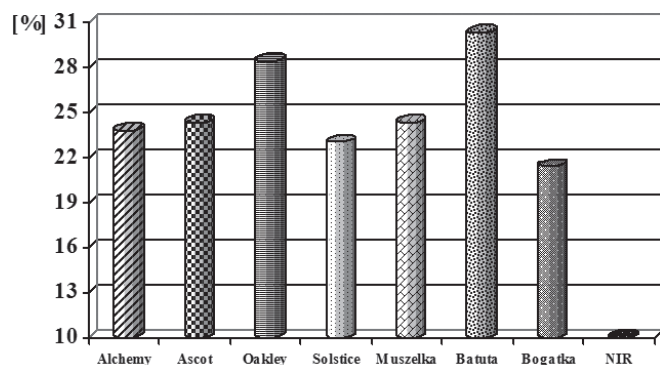


Rys. 3. Średnie wartości liczby opadania dla badanych polskich i brytyjskich odmian pszenic ozimych [s]

Najniższą wartością liczby opadania wśród polskich odmian odznaczała się odmiana *Bogatka* (351 s) i była niższa o 23,4 i 24,2% w porównaniu do odmiany odpowiednio: *Muszelka* i *Batuta* (Rys. 3). Wykazano, że średnia wartość badanego parametru dla odmian brytyjskich była o 27% niższa, w porównaniu do średniej wartości stwierdzonych dla badanych odmian polskich.

Jakość i ilość glutenu. Powszechnie stosowanym wyróżnikiem określającym jakość kompleksu białkowego ziarna pszenicy jest oznaczenie jakości i ilości (rozplywalności) mokrego glutenu. Im lepsza jakość glutenu (tj. niższa rozplywalność) i wyższa jego ilość, tym ziarno jest lepszym surowcem do produkcji mąki przeznaczonej do wypieku chleba.

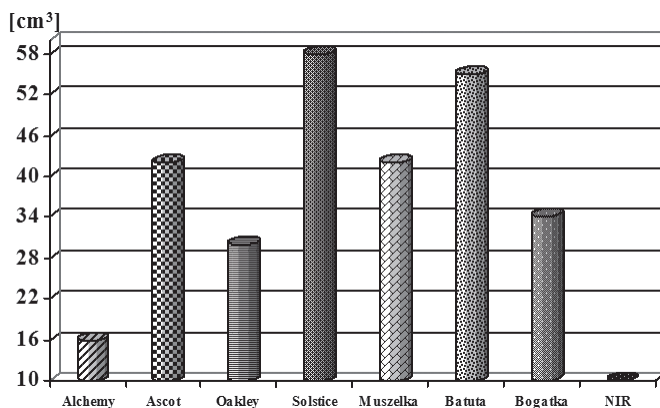
Stwierdzono istotny wpływ czynnika odmianowego na wartość tego parametru. Najkorzystniejszą wartością mokrego glutenu charakteryzowały się ziarna polskiej odmiany *Batuta* (30,3%) natomiast najniższą *Bogatka* (21,4%). Różnica stanowiła 8,9 punktu procentowego (Rys. 4). Z badanych siedmiu odmian pszenicy ozimych tylko polska odmiana *Batuta* klasyfikuje się pod względem ilości mokrego glutenu w I klasie [Jakubczyk, 1986]. Natomiast ziarna brytyjskiej odmiany pszenicy *Oakley* można zaliczyć do II klasy, a pozostałe badane odmiany: *Alchemy*, *Ascot*, *Solstice*, *Muszelka* i *Bogatka* do III klasy pod względem zawartości glutenu mokrego.



Rys. 4. Średnie zawartości mokrego glutenu w ziarnie badanych polskich i brytyjskich odmian pszenicy ozimych [%]

Wskaźnik sedymentacji jest miernikiem substancji białkowych tworzących duże cząsteczki decydujące o strukturze pieczywa. Im jego wartość jest wyższa, tym więcej w analizowanej mące znajduje się białek glutenowych, a zwłaszcza wysokocząsteczkowej gluteniny, co wpływa korzystnie na wartość wypiekową mąki [Knapowski i Ralcewicz, 2004; Podolska i in., 2007; Budzyński i in., 2008; Dubis i Borysewicz, 2008; Knapowski i in., 2010].

Średnia wartość wskaźnika sedymentacji mąki badanych odmian pszenicy ozimych wynosiła 41 cm³ i kształtowała się w zakresie od 16 do 58 cm³ (Rys. 5).



Rys. 5. Średnie wartości wskaźnika sedymentacji dla badanych polskich i brytyjskich odmian pszenicy ozimych [cm³]

Wartość graniczna wskaźnika sedymentacji dla pszenicy chlebowych według klasyfikacji jakościowej odmian pszenicy w polskiej ocenie odmian wynosi 20 cm³ [Podolska i Sulek, 2003]. Średnia wartość tej cechy uzyskana w przeprowadzonych badaniach wynosiła 36,6 cm³. Mąki uzyskane z pszenicy brytyjskiej odmiany *Solstice* (58 cm³) i polskiej odmiany *Batuta* (55 cm³) spełniają normy pszenicy elitarnej (E), dla których minimum stanowi 48 cm³. Stwierdzono również, wyższe (średnio) wartości tego parametru dla badanych polskich odmian (43,6 cm³) wyższe o 16,48% w stosunku do wartości uzyskanych dla odmian brytyjskich.

Wnioski

Na podstawie analizy zarejestrowanych badań stwierdzono, że wysokości plonu oraz wartości najważniejszych badanych cech technologicznych zarówno brytyjskich i polskich odmian ziaren pszenicy ozimych były istotnie determinowane czynnikiem odmianowym.

Średnio, istotnie najwyższym plonem charakteryzowała się brytyjska odmiana *Ascot*, a najniższe plony uzyskano dla polskiej odmiany *Bogatka*.

Najkorzystniejszymi na ogół wartościami wyróżników technologicznych (zawartość białka ogólnego, ilość mokrego glutenu, wskaźnik sedymentacji, liczba opadania) decydującymi o wartości wypiekowej charakteryzowały się zarówno brytyjska odmiana pszenicy ozimej *Solstice* jak i polska odmiana *Batuta*.

LITERATURA

- Austin R., 1999. Yield of wheat in the United Kingdom. *Crop Sci.* **39**, 1604-1610. DOI: 10.2135/cropsci1999.3961604x
- Budzyński W., Krasowicz S., 2008. Produkcja zbóż w Europie i Polsce na przełomie XX i XXI wieku. *Fragm. Agronom.* **25**, nr 1, 50-66
- Budzyński W., Bielski S., Borysewicz J., 2008. Wpływ nawożenia azotem na jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* **25**, nr 1, 39-49
- Cichoń Z., Miśniakiewicz M., 2004. Zawartość składników mineralnych w pieczywie. *Zesz. Nauk. AE w Krakowie*, **644**, 47-57
- Dubis B., Borysewicz J., 2008. Wpływ nawożenia azotem na plon i technologiczną jakość wybranych odmian pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* **25**, nr 1, 110-120
- Jakubczyk T., Haber T., 1986. *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Wyd. SGGW-AR, Warszawa
- Kindred D., Verhoeven T., Weightman R., Swanston S., Agu R., Brosnan J., Bradley R., 2007. Effects of variety and fertiliser nitrogen on alcohol yield, grain yield, starch and protein content, and protein composition of winter wheat. *J. Cereal Science*, **48**, 46-57. DOI: 10.1016/j.jcs.2007.07.010
- Knapowski T., Ralcewicz M., 2004. Ocena wskaźników jakościowych ziarna i mąki pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotem. *Annales UMCS, Sec. E*, **59**, 2, 959-968
- Knapowski T., Ralcewicz M., Spychaj-Fabisiak E., Łożek O., 2010. Ocena jakości ziarna pszenicy ozimej w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem. *Fragm. Agron.* **27**, nr 1, 73-80
- Ktenioudaki A., Butler F., Gallagher E., 2010. Rheological properties and baking quality of wheat varieties from various geographical regions. *J. Cereal Science*, **51**, 402-408. DOI: 10.1016/j.jcs.2010.02.009
- Ktenioudaki A., Butler F., Gallagher E., 2011. Dough characteristics of Irish wheat varieties I. Rheological properties and prediction of baking volume. *LWT – Food Sci. Tech.*, **44**, 594-601. DOI: 10.1016/j.lwt.2010.11.014
- Piekarczyk M., Jaskulski D., Gałęzowski L., 2011. Effect of nitrogen fertilization on yield and grain technological quality of some winter wheat cultivars grown on light soil. *Acta Sci. Pol., Agricultura* **10**, nr 2, 87-95
- PN-A-74043-3:1994P. *Ziarno zbóż i przetwory zbożowe – Oznaczanie glutenu mokrego oraz jakości (rozplywalności) glutenu mokrego – Mąka pszenna* (Wprowadzono postanowienia normy ISO 5531:1978)
- PN-EN-ISO 20483:2014-02E. *Ziarno zbóż i nasiona roślin strączkowych – Oznaczanie zawartości azotu i przeliczanie na zawartość białka surowego – Metoda Kjeldahla*
- PN-ISO 3093:2010E. *Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina – Oznaczanie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena*
- PN-ISO 5529:2010E. *Pszenica – Oznaczanie wskaźnika sedymentacyjnego – Test Zeleny'ego*
- Podolska G., Stankowski S., 2001. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od gęstości siewu i dawki nawożenia azotem. *Biul. IHAR* **218-219**, 127-136
- Podolska G., Sulek A., 2003. Główne elementy technologii produkcji decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. *Pam. Pul.* **130**, 597-605
- Podolska G., 2004. Efektywność agrotechnicznych oddziaływań w wykorzystaniu potencjału plonowania pszenicy ozimej. *Biul. IHAR*, **231**, 55-64
- Podolska G., Stankowski S., Dworakowski T., 2007. Wpływ dawki nawożenia azotem na wielkość plonu i wartość technologiczną ziarna odmian pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* **24**, nr 2, 274-282
- Podolska G., Wyzńska M., 2011. Reakcja nowych odmian pszenicy ozimej na gęstość i termin siewu. *Polish J. Agron.*, **6**, 44-51
- Ruske R., Gooding M., Jones S., 2003. The effects of adding picoxystrobin and azoxystrobin to a triazole programme on disease control, flag leaf senescence, yield and grain quality. *Crop Protection*, **22**, 975-987. DOI: 10.1016/S0261-2194(03)00113-3
- Rutkowska A., 2002. Efektywność późnych dawek azotu w nawożeniu pszenicy jakościowej. *Pam. Pul.* **130**, 647-651
- Siuda R., Grafowski A., Lenc L., Ralcewicz M., Spychaj-Fabisiak E., 2010. Influence of the degree of fusariosis on technological traits of wheat grain. *Int. J. Food Sci. Tech.*, **45**, 2596-2604. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2010.02438.x
- Subda H., Prorok D., Gębura E., Zeler J., 1997. Skład chemiczny i wartość wypiekowa mąki pszennej. Cz. II. Wartość wypiekowa. *Biul. IHAR*, **201**, 101-107
- Sulek A., Cacak-Pietrzak G., Cegliska A., Haber T., 2002. Wartość technologiczna wybranych odmian pszenicy jarej w zależności od sposobu nawożenia azotem. *Pam. Pul.*, **130**, nr 2, 709-718
- Świetlik K., 2012. Konsumpcja pieczywa i produktów zbożowych w Polsce w latach 1990-2011. *Przeł. Zboż.-Młyn.*, nr 11, 2-6