


Wpływ dodatku otrąb na wybrane właściwości reologiczne ciasta pszenżytniego oraz cechy pieczywa

Impact of bran addition on selected rheological properties of triticale dough and on characteristics of breads

Komunikat

Short
Communication

Anna Fraś 

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Radzików, 05-870 Błonie

 a.fras@ihar.edu.pl

Pszenżyto, pomimo wielu walorów agronomicznych oraz żywieniowych jest nadal w nieznacznym stopniu wykorzystywane w przemyśle spożywczym. Powodem jest wysoka aktywność amylolityczna ziarna oraz niezadowalające właściwości reologiczne ciasta w porównaniu do pszenicy. Celem prowadzonych badań wstępnych była analiza cech fizykochemicznych mąki pszenżytniej i sprawdzenie w jaki sposób dodatek otrąb będzie wpływał na zmianę właściwości reologicznych ciasta i parametry pieczywa. Materiał doświadczalny stanowiła mąka uzyskana z ziarna dwóch odmian pszenżyta ozimego, suplementowana otrębami pszenżytnimi (OP) w ilości 10%, 25% i 50%. W całości materiału oznaczono liczbę opadania, określono parametry reologiczne ciasta na podstawie analizy farinograficznej oraz przeprowadzono wypiek laboratoryjny. Otrzymane pieczywo oceniono pod względem objętości oraz parametrów teksturalnych bochenków. Dodatek OP do mąki pszenżytniej istotnie wpływał na zmianę wszystkich analizowanych cech. Liczba opadania ulegała zmniejszeniu po dodaniu 25% OP, natomiast wodochłonności badanych mieszanek wzrastały wraz ze zwiększającym się udziałem OP w zakresie od 55% do 64,6%. Pozostałe parametry farinograficzne również się zmieniły, przy czym największe różnice zaobserwowano po dodaniu 25% i 50% OP. W przypadku tych dwóch poziomów dodatku OP stwierdzono istotne obniżenie objętości pieczywa w zakresie od 335 cm³ do 229 cm³. Pieczywo wypieczone z czystej mąki pszenżytniej oraz z dodatkiem 10% OP charakteryzowało się najlepszą jakością pod względem kształtu bochenka, stopnia wypieczenia i parametrów teksturalnych miękiszu. Uzyskane wyniki potwierdzają brak powtarzalności i stabilności parametrów technologicznych pomiędzy poszczególnymi odmianami pszenżyta i wskazują na konieczność prowadzenia dalszych badań w celu poszukiwania czynników wpływających na kształtowanie tych cech.

Słowa kluczowe: objętość chleba, otręby, pieczywo, pszenżyto, tekstura

Triticale is still used in the food industry to a limited extent, despite many agronomic and nutritional values. The reason is the high amylolytic activity of the grain and the unsatisfactory rheological properties of the dough in comparison to wheat. The aim of the preliminary research was to analyse the physicochemical properties of triticale flour and to check how the addition of bran will affect the change in the rheological properties of the dough and bread parameters. Material for the study comprised of flour obtained from the grain of two varieties of winter triticale, supplemented with triticale bran (OP) in the amount of 10%, 25% and 50%. All samples were analysed for the falling number value, whereas the rheological parameters of the dough were determined on the basis of farinographic analysis and next the laboratory baking was carried out. The obtained bread was evaluated in terms of volume and textural parameters of the loaves. The addition of OP to triticale flour significantly influenced the change of all the analysed characteristics. The falling number decreased after addition of 25% of OP, while the water absorption of the tested mixtures increased with the increasing share of OP in the range from 55% to 64.6%. Other farinographic parameters also changed, with the greatest differences observed after addition of 25% and 50% of OP. In the case of these two levels of the OP additive, a significant reduction in bread volume in the range from 335 cm³ to 229 cm³ was also observed. Bread baked from pure triticale flour and with the addition of 10% of OP was characterized by the best quality in terms of the shape of the loaf, degree of baking and textural parameters of the crumb. The obtained results confirm the lack of stability of technological parameters between individual varieties of triticale and indicate the need to conduct further research in order to search for factors influencing the formation of these characteristics.

Keywords: bread volume, bran, bread, triticale, texture

Wstęp

Pszenżyto (*X Triticosecale* Wittmack) jest pierwszą rośliną zbożową całkowicie wytworzoną przez człowieka, otrzymaną na drodze krzyżowania genomów A i B pszenicy (*Triticum turgidum* L., *Triticum aestivum* L.) z genomem R żyta (*Secale cereale* L.) (Zhu, 2018). Pszenżyto wyróżnia się wieloma korzystnymi cechami agronomicznymi, między innymi tolerancją na słabsze

warunki glebowe, zakwaszenie gleby oraz suszę, ponadto odpornością na choroby pszenicy oraz żyta, a w konsekwencji wysokim plonem, w porównaniu do pszenicy na takim samym typie gleb (Bujak i in., 2012; Dekić i in., 2018). Zboże to charakteryzuje się również dobrą wartością odżywczą. Wyróżnia się wysoką zawartością białka w ziarnie, porównywalną do pszenicy, ale o lepszym składzie aminokwasowym. Zawiera większą ilość lizyny, która jest aminokwasem w pierw-

szym stopniu ograniczającym wartość odżywcza białka zbóż. Ponadto jest bogatym źródłem błonnika pokarmowego, stanowiącego główny kompleks składników bioaktywnych ziarna zbóż, odpowiadający za wartość prozdrowotną. Jest także cennym źródłem innych związków bioaktywnych, takich jak związki fenolowe, w tym alkilorezorcynole, które wykazują aktywność antyoksydacyjną, a także fitoestrogeny, witaminy i mikroelementy (Tohver i in., 2005; McGoverin, 2011). Ziarno pszenżyta wykorzystywane jest głównie na paszę, ale także jako surowiec do produkcji biopaliw oraz w przemyśle spirytusowym i browarniczym (McGoverin, 2011). Pszenżyto wciąż w niewielkim stopniu wykorzystywane jest w przemyśle spożywczym, zwłaszcza w piekarnictwie. Wykorzystanie mąki pszenżytniej w tym sektorze przemysłu utrudnia wysoka aktywność amylopolityczna i słabe właściwości reologiczne ciasta, co jest bezpośrednio związane z mniejszą ilością i gorszą jakością glutenu w porównaniu do pszenicy. Mimo niewątpliwych walorów użytkowych pszenżyto jest zbożem niedocenianym i niezbadanym w niektórych dziedzinach nauki. Dane literaturowe wskazują, że pszenżyto ma znaczny potencjał chlebowy. Stan wiedzy w tej dziedzinie jest wciąż niezadowolający, co powoduje marginalizację tego zboża w badaniach nad rozwojem procesu technologicznego wypieku chleba. Brakuje informacji na temat profili właściwości reologicznych ciasta pszenżytniego, zależności między cechami pszenżyta na różnych etapach przetwarzania oraz związanej z tym metodologii badań. Ze względu na fragmentaryczny stan wiedzy na temat przedstawionych problemów sformułowano hipotezę badawczą, według której udział otrąb ma wpływ na zdolność ciasta do zatrzymywania dwutlenku węgla w swojej strukturze podczas fermentacji, a w konsekwencji na parametry teksturalne chleba.

Materiały i metody

Materiał badawczy stanowiło ziarno dwóch odmian pszenżyta ozimego Alekto i Fredro, pochodzące z Hodowli Roślin Danko Sp. z o.o. W celu uzyskania mąki oraz otrąb, ziarno kondycjonowano do wilgotności 14%, a następnie zmieszano w młynie laboratoryjnym Quadrumat Senior (Brabender). Z otrzymanej mąki i otrąb sporządzono mieszanki z 10%, 25% i 50% dodatkiem otrąb pszenżytnich (OP). W całości materiału oznaczono liczbę opadania (LO) z wykorzystaniem aparatu Falling Number 1800 (Perten), zgodnie ze standardową procedurą ICC 107/1 (2005) oraz przeprowadzono analizę farinograficzną (Brabender Farinograph) zgodnie z normą ICC 115/1 z użyciem 50 g mąki. Z mąki pszenżytniej oraz otrzymanych mieszanek wypieczono chleby w dwóch powtórzeniach, zgodnie z procedurą ICC 131 (2005) z modyfikacjami, z użyciem 100 g mą-

ki, 1,5 g soli oraz 3 g drożdży. Otrzymane pieczywo poddano pomiarowi objętości metodą triangulacyjną z wykorzystaniem skanera laserowego 3D (Next Engine) wraz z oprogramowaniem Scan Studio HD, a opisową ocenę bochenków przeprowadzono zgodnie z normą ICC 131 (2005). Kształt bochenków określano jako wypukły, średnio wypukły i płaski, kolor skórki ciemny, normalny i blade. Teksturę miękiszu (kromki) określano jako: miękki i szorstki, elastyczny i nie elastyczny, kleisty i nie kleisty. Otrzymane wyniki poddano jednoczynnikowej analizie wariancji (ANOVA) oraz procedurze porównań wielokrotnych Tukeya-Kramera. Obliczenia statystyczne wykonano w programie Statistica 13.3 (TIBCO Software Inc. 2022).

Badania opisane w niniejszej pracy stanowiły część badań wstępnych, których celem była analiza cech fizykochemicznych mąki pszenżytniej i sprawdzenie w jaki sposób dodatek otrąb będzie wpływał na zmianę właściwości reologicznych mieszanek oraz na parametry pieczywa.

Wyniki i dyskusja

Dodatek otrąb do mąki pszenżytniej istotnie wpłynął na zmienność wszystkich badanych cech. Wyniki liczby opadania oraz parametrów reologicznych ciasta przedstawiono w Tabeli 1. Jednym z kluczowych parametrów określających przydatność technologiczną ziarna jest liczba opadania, czyli wskaźnik aktywności alfa-amylazy. Ziarno pszenżyta, ze względu na swoją podatność na kiełkowanie, charakteryzuje się dużą aktywnością alfa-amylazy, która powoduje degradację skrobi i obniżenie jakości ziarna. Liczba opadania wyznaczona dla ziarna pszenicy użytecznej technologicznie powinna przekraczać 150 s (Rothkaehl, 2009), natomiast minimalna wartość tego parametru wymagana dla ziarna pszenżyta przeznaczonego do przetwórstwa i uwzględniana przy skupie ziarna wynosi nie mniej niż 80 s (PN-R-74107, 1997). Dodatek otrąb do mąki pszenżytniej spowodował nieznaczne obniżenie wartości liczby opadania. W przypadku odmiany Alekto wartości zmieniały się w zakresie od 253 s dla czystej mąki do 225 s dla 50% dodatku otrąb, natomiast dla odmiany Fredro odpowiednio w zakresie od 269 s do 242 s. Podobne wyniki dla liczby opadania mąki pszenżytniej tych samych odmian uzyskali Fraś i wsp. (2018) opisując wartości tego parametru na poziomie 268 s oraz 242 s, odpowiednio dla odmiany Alekto oraz Fredro. Dennett i wsp. (2013) również analizowali tą cechę w ziarnie pszenżyta i uzyskali wyniki w zakresie od 148 s do 322 s, natomiast Ceglińska i Haber (2001) obserwowali jej zmienność w przedziale od 85 s do 278 s. Jednym z podstawowych procesów związanych z mechaniczną obróbką mąki, a co za tym idzie również ciasta, jest symulacja procesu miesienia podczas analizy farinograficznej, którą przeprowadzono

Tabela 1
Table 1Liczba opadania oraz parametry farinograficzne mąki pszenżytniej oraz mieszanek z otrębami
Falling number and farinographic parameters of triticale flour and flour-bran mixtures

Próba Sample	Liczba opadania [s] Falling number [s]	Wodochłonność [%] Water absorption [%]	Czas rozwoju ciasta [min] Dough development time [min]	Czas stałości ciasta [min] Stability [min]	Stopień rozmiękczenia [FU] ¹ Degree of softening [FU] ¹
<i>Alekto + 0% OP</i>	253 ^a	55,0 ^c	1,5 ^c	1,0 ^c	80 ^a
<i>Alekto + 10% OP</i>	253 ^a	55,4 ^c	1,5 ^c	4,0 ^b	70 ^b
<i>Alekto + 25% OP</i>	245 ^a	56,9 ^b	5,5 ^b	4,5 ^{ab}	50 ^c
<i>Alekto + 50% OP</i>	225 ^b	59,9 ^a	6,5 ^a	5,5 ^a	30 ^d
Statystyka F F statistic	2,46*	169,4**	7,2**	16,5**	6,7**
<i>Fredro + 0% OP</i>	269 ^a	61,2 ^c	2,5 ^c	3,0 ^a	140 ^{ab}
<i>Fredro + 10% OP</i>	260 ^a	62,4 ^b	2,5 ^c	2,5 ^b	150 ^a
<i>Fredro + 25% OP</i>	250 ^b	62,7 ^b	3,0 ^b	2,5 ^b	150 ^a
<i>Fredro + 50% OP</i>	242 ^b	64,6 ^a	3,5 ^a	2,5 ^b	130 ^b
Statystyka F F statistic	3,89**	217,7**	3,28**	11,35**	4,8**

¹FU (farinographic usnits) jednostki farinograficzne (jednostki Brabendera); * istotne dla p=0,05, ** istotne dla p=0,01.

¹FU farinographic usnits/ Brabender units; * significant for p=0,05, ** significant for p=0,01.

dla wszystkich zastosowanych kompozycji. Oprócz określenia wodochłonności mąki w niniejszej analizie oszacowano zmiany zachodzące podczas mieszania ciasta w stałej temperaturze (30°C). Istnieje wiele danych literaturowych opisujących analizę farinograficzną wykonywaną dla różnych odmian pszenżyta (Marciniak i in., 2008; Shchipak i in., 2013), z których jednoznacznie wynika, że pszenżyto charakteryzuje się dużą zmiennością analizowanych parametrów. Zakres wodochłonności mąki pszenżytniej oraz mieszanek z otrębami był bardzo szeroki i wahał się od 55,0% dla mąki z odmiany Alekto do 64,6% dla mieszanki z odmiany Fredro z 50% udziałem otrąb. Dodatek otrąb w istotny sposób wpływał na wzrost wodochłonności mąki, co może być bezpośrednio związane ze składem chemicznym otrąb, a szczególnie udziałem w nich dużej ilości błonnika pokarmowego, posiadającego silne właściwości wiązania wody. Zgodnie z prezentowanymi w literaturze danymi, większość odmian pszenżyta charakteryzuje się znacznie niższą wodochłonnością w porównaniu z pszenicą (Szafrńska, 2012; Fraś i in., 2016). Biorąc pod uwagę pozostałe parametry, uzyskane w trakcie analizy farinograficznej badanych odmian i mieszanek, można stwierdzić brak powtarzalności wyników co utrudnia bezpośrednie wnioskowanie o jakości mąki na podstawie tej analizy. Mąka oraz mieszanki uzyskane z odmiany Alekto zachowywały się odmiennie w zakresie analizowanych cech w porównaniu do materiału pochodzącego z odmiany Fredro, chociaż niektóre trendy w zmienności wybranych parametrów były podobne. Dodatek otrąb do mąki pszenżytniej uzyskanej z odmiany Alekto spowodował gwałtowny wzrost czasu rozwoju ciasta od 1,5 min dla kontroli i 10% dodatku OP do 5,5 min oraz 6,5

min dla dodatków na poziomie 25% i 50%. Czas stałości ciasta uzyskanego z materiału z odmiany Alekto wzrastał istotnie wraz z dodatkiem otrąb do mąki w zakresie od 1 min do 5,5 min, natomiast w przypadku odmiany Fredro zaobserwowano nieznaczne, choć istotnie obniżenie tego parametru z 3 min dla czystej mąki do 2,5 min dla mieszanek, niezależnie od dodatku otrąb. Długi czas rozwoju i czas stałości oraz małe rozmiękczenie wskazują na silną mąkę o mocnym glutenie, odporną na zmęczenie w trakcie mieszenia. Wartości dwóch pierwszych parametrów, otrzymane dla badanego materiału nie gwarantują cech silnej mąki. W odniesieniu do stopnia rozmiękczenia ciasta, badane odmiany również istotnie różniły się pod względem tej cechy. Zdecydowanie niższe wartości w zakresie od 80 do 30 FU otrzymano dla mieszanek z odmiany Alekto, co może być potwierdzeniem, że ta odmiana charakteryzuje się wyższą odpornością na mieszenie oraz lepszym glutenem, a dodatek otrąb jeszcze wzmocnił te właściwości i poprawił stabilność ciasta. W przypadku odmiany Fredro uzyskano dwu i trzykrotnie wyższe wartości dla stopnia rozmiękczenia w zakresie od 150 do 130 FU oraz mniejszą zmienność w porównaniu do odmiany Alekto. Jednakże w przypadku obydwu odmian można zaobserwować, że dodatek otrąb wpłynął istotnie na obniżenie wartości tego parametru. Badania dotyczące dodatku otrąb do mąki pszenżytniej prowadzili Kaszuba i in. (2020), którzy suplementowali mąkę z odmian Fredro oraz Panteon otrębami w zakresie od 5% do 20%. Autorzy ci dla odmiany Fredro uzyskali większość parametrów na podobnym poziomie, w porównaniu do przedstawionych badań, z wyjątkiem stopnia rozmiękczenia, którego wartości zmieniały się w zakresie od 175 do 131 FU.

Niezależnie od odmiany trendy w zmienności poszczególnych parametrów ciasta po dodaniu otrąb również były zbliżone. Każdorazowo wzrastały wodorochłonność oraz czas rozwoju ciasta, natomiast autorzy stwierdzili istotnie mniejszą zmienność w zakresie stopnia rozmiękczenia w porównaniu do wartości opisanych w niniejszej pracy. Ceglińska i Haber (2001), analizując parametry farinograficzne mąki pszenżytniej również uzyskali dużą zmienność badanych cech, a wartości poszczególnych parametrów mieściły się w podobnym zakresie, opisanym dla poszczególnych dodatków otrąb, w tym: wodorochłonności od

59,2% do 63,1%, czas rozwoju od 1,2 min do 2,5 min, czas stałości od 2,0 min do 3,7 min oraz stopień rozmiękczenia od 69 FU do 121 FU. Użyte wyniki oraz dostępne dane literaturowe jednoznacznie wskazują, że istnieje potrzeba prowadzenia dalszych badań na szerszym spektrum odmian pszenżyta w celu sprawdzenia, które cechy ziarna lub mąki wpływają na parametry farinograficzne.

Dodatek otrąb do mąki pszenżytniej wpłynął również istotnie na obniżenie objętości pieczywa oraz jego parametrów teksturalnych, których wyniki zaprezentowano w Tabeli 2.

Tabela 2
Table 2

Objętość pieczywa oraz parametry bochenków
Bread volume and parameters of loaves

Próba Sample	Objętość chleba [cm ³] Bread volume [cm ³]	Kształt bochenka Shape of loaves	Kolor skórki Crust colour	Tekstura kromki Crumb texture
<i>Alekto + 0% OP</i>	335	wypukły well round topped	normalny normal	miękki/elastyczny/nie kleisty soft/elastic/non-sticky
<i>Alekto + 10% OP</i>	326	średnio wypukły medium round topped	normalny normal	miękki/elastyczny/nie kleisty soft/elastic/non-sticky
<i>Alekto + 25% OP</i>	263	średnio wypukły medium round topped	normalny normal	szorstki/nie elastyczny/kleisty harsh/non-elastic/sticky
<i>Alekto + 50% OP</i>	229	płaski flat topped	blady pale	szorstki/nie elastyczny/kleisty harsh/non-elastic/sticky
<i>Fredro + 0% OP</i>	330	wypukły well round topped	ciemny dark	miękki/elastyczny/nie kleisty soft/elastic/non-sticky
<i>Fredro + 10% OP</i>	347	wypukły well round topped	normalny normal	miękki/elastyczny/nie kleisty soft/elastic/non-sticky
<i>Fredro + 25% OP</i>	338	średnio wypukły medium round topped	normalny normal	miękki/nieelastyczny/nie kleisty soft/non-elastic/non-sticky
<i>Fredro + 50% OP</i>	297	płaski flat topped	blady pale	szorstki/nie elastyczny/kleisty harsh/non-elastic/sticky

W przypadku odmiany Alekto objętość początkowa chleba z czystej mąki pszenżytniej wynosiła 335 cm³ i praktycznie nie zmieniła się po dodaniu 10% otrąb. Istotny spadek tego parametru do poziomu 263 cm³ i 229 cm³ zaobserwowano przy udziale odpowiednio 25% i 50% OP. W podobny sposób następowała zmienność w obserwowanych parametrach bochenków. Dodatek otrąb powodował, że kształt bochenka zmieniał się z wypukłego dla czystej mąki pszenżytniej, poprzez średnio wypukły dla 10% i 25% OP, aż do płaskiego dla 50% otrąb. W przypadku trzech pierwszych dodatków otrąb pieczywo wyróżniało się skórką w normalnym, wypieczonym kolorze, natomiast po dodaniu 50% otrąb bochenki były blade. Chleby bez dodatku otrąb oraz z ich 10% udziałem wyróżniały się także najlepszą teksturą miękiszową, który w obydwu przypadkach scharakteryzowano jako miękki, elastyczny oraz nie kleisty. Wraz ze zwiększającym się udziałem OP miękisz stawał się szorstki i kleisty oraz tracił elastyczność. Chleby otrzymane z odmiany Fredro charakteryzowały się większymi objętościami w porównaniu do odmiany Alekto. Dodatek otrąb w zakresie od 0% do 25% nie wpłynął na zmianę tego parametru, przy średniej wartości 338 cm³,

natomiast po suplementacji 50% OP objętość chleba obniżyła się do 297 cm³. Pozostałe parametry pieczywa wypieczonego z tej odmiany również wypadły lepiej, co może być potwierdzeniem, że charakteryzuje się ona większą przydatnością do celów wypiekowych. Kształt bochenków w zakresie stężeń od 0% do 25% OP był wypukły lub średnio wypukły, skórka była zdecydowanie lepiej wypieczona, a jej kolor scharakteryzowany jako ciemny i normalny, natomiast miękisz każdorazowo opisano jako miękki i niekleisty, a tylko w przypadku 25% dodatku OP utracił na elastyczności. Chleb wypieczony z odmiany Fredro z 50% dodatkiem OP, podobnie jak dla odmiany Alekto wyróżniał się najniższymi parametrami teksturalnymi. W badaniach opisanych przez Kaszuba i in. (2020) dodatek otrąb pszenżytnich na poziomie 20% istotnie wpływał na obniżenie objętości pieczywa, a otrzymane przez autorów wartości mieściły się w zakresie od 317 cm³ dla chleba wypieczonego z mąki bez dodatków do 285 cm³ dla chleba z 20% dodatkiem otrąb. Są to wartości podobne do opisanych powyżej dla odmian Alekto oraz Fredro. Ci sami autorzy zaobserwowali również, że wraz z dodatkiem frakcji otrąb wzrastała twardość kromki i jej wilgotność, a także zmienia-

ła się porowatość miękiszu. Fraś i in. (2018) prowadzili badania nad suplementacją mąki pszenżytniej koncentratem błonnika owsianego w zakresie od 2,5 % do 10% i również zaobserwowali, że przy największych stężeniach dodatku parametry pieczywa dotyczące kształtu bochenków, koloru skórki i parametrów kromki istotnie się obniżały. Objętość pieczywa zmieniała się w zakresie od 395 cm³ do 298 cm³, natomiast Ceglińska i Haber (2001) ocenili objętości pieczywa otrzymanego mąki wybranych odmian pszenżyta ozimego na średnim poziomie 274 cm³. Obniżenie objętości pieczywa pszennego po suplementacji mąki otrębami owsianymi na poziomie 15% i 20% opisały również Czubaszek i Karolini-Skaradzińska (2005), co może być wskazówką, że niezależnie od gatunku zboża dodatek otrąb powyżej pewnego poziomu w istotny sposób pogarsza parametry pieczywa.

Opisane powyżej wyniki badań wstępnych potwierdzają występujący brak powtarzalności i stabilności parametrów technologicznych pomiędzy poszczególnymi odmianami pszenżyta i wskazują na konieczność prowadzenia dalszych badań w celu poszukiwania czynników wpływających na kształtowanie tych cech. Przyczyny braku

powtarzalności analizy farinograficznej, a w konsekwencji niezadowalającą jakość pieczywa uzyskanego z poszczególnych odmian pszenżyta nie zostały dotychczas wyjaśnione. Przyjmuje się, że taka niestabilność i niespójność związana jest przede wszystkim z niską zawartością i złą jakością glutenu w porównaniu z pszenicą oraz wyższą zawartością frakcji rozpuszczalnej arabinoksylianów (Courtin i Delcour, 2002; Archemowicz i in., 2014). Nie zbadano i pozostaje niewyjaśnione, czy i w jaki sposób różny udział frakcji polisacharydów nieskrobiowych może wpływać na zmienność wyników uzyskanych z farinografu. Stwierdzono pewne korelacje między właściwościami określonymi metodą farinograficzną a właściwościami teksturalnymi ciasta pszennego (Armero i Collar, 1997), natomiast brak jest danych w tym zakresie dla pszenżyta. Istnieje więc konieczność prowadzenia dalszych badań nad poszukiwaniem czynników i parametrów, które w największym stopniu wpływają na wartość technologiczną pszenżyta. Konieczne jest również zbadanie czy i w jaki sposób skład chemiczny, a w szczególności wybrane frakcje nieskrobiowych polisacharydów mogą wpływać na kształtowanie cech reologicznych ciasta pszenżytniego.

Literatura

- Achremowicz B., Ceglińska A., Gambuś H., Haber T., Obiedziński M. 2014. Technologiczne wykorzystanie ziarna pszenżyta. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 1: 113-120.
- Armero E., Collar C. 1997. Texture properties of formulated wheat doughs. *Z Lebensm Unters -Forschung A*, 204: 136-145.
- Bujak H., Tratwal A., Walczak F. 2012. Reakcja odmian pszenżyta ozimego na warunki środowiskowe Wielkopolski przy dwóch poziomach intensywności agrotechniki. *Biuletyn IHAR-PIB*, 264:141-155.
- Ceglińska A., Haber T. 2001. Wartość technologiczna wybranych odmian pszenżyta ozimego. *Biuletyn IHAR-PIB*, 218/219: 315-321.
- Courtin C.M., Delcour J.A. 2002. Arabinoxylans and endoxylanases in wheat flour bread-making. *Journal of Cereal Science*, 35: 225-243.
- Czubaszek A., Karolini-Skaradzińska Z. 2005. Effects of wheat flour supplementation with oat products on dough and bread quality. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 55 (3): 281-286.
- Dekić V., Milivojević J., Baranković S. 2018. The interaction of genotype and environment on yield and quality components in triticale. *Biologica Nyssana*, 9: 45-53.
- Dennett A.L., Wilkes M.A., Threthowan R.M. 2013. Characteristics of modern triticale quality: the relationship between carbohydrate properties, α -amylase activity, and falling number. *Cereal Chemistry*, 90 (6): 594-600.
- Fraś A., Gołębiowska K., Gołębiwski D., Mańkowski D.R., Boros D., Szczółka P. 2016. Variability in the chemical composition of triticale grain, flour and bread. *Journal of Cereal Science*, 71: 66-72.
- Fraś A., Gołębiwski D., Gołębiowska K., Mańkowski D.R., Gzowska M., Boros D. 2018. Triticale-oat bread as a new product rich in bioactive and nutrient components. *Journal of Cereal Science*, 82: 146-154.
- ICC Standards. 2005. *Standard Methods of the International Association for Cereal Science and Technology*. Vienna.
- Kaszuba J., Jaworska G., Krochmal-Marczak B., Kogut B., Kuźniar P. 2021. Effect of bran addition on rheological properties of dough and quality of triticale bread. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45: e15093.
- Marciniak A., Obuchowski W., Makowska A. 2008. Technological and nutritional aspects of utilisation of triticale for extruded food production. *Electronic Journal of Polish Agricultural University*, 11: 4.
- McGoverin C.M., Synders F., Muller N., Botes W., Fox G., Manley M. 2011. A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91: 1155-1165.
- Polska Norma. 1997. PN-R-74107:1997, Ziarno zbóż – Pszenżyto. *Polski Komitet Normalizacyjny*.
- Rothkaehl J. 2009. Rynek pszenicy w Polsce. Jakość pszenicy zwyczajnej i system jej oceny. *Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa FAPA*.
- Shchipak G.V., Tsupko Yu.V., Shchipak V.G. 2013. Bread-making qualities of the cultivars of winter hexaploid triticale. *Russian Journal of Agricultural Science*, 39 (2): 95-101.
- Szafrńska A. 2012. Ocena wartości technologicznej wybranych odmian pszenicy ze zbiorów z lat 2009-2011. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 571: 115-126.
- TIBCO Software Inc. 2022. *Statistica (data analysis software system)*, wersja 13.3, <https://www.tibco.com>.
- Tohver M., Kann A., That R., Mihhalevski A., Hakman J. 2005. Quality of triticale cultivars suitable for growing and bread-making in northern conditions. *Food Chemistry*, 89: 125-132.
- Zhu F. 2018. Triticale: Nutritional composition and food uses. *Food Chemistry*, 241: 468-479.