

NOWA METODA OCENY JAKOŚCI WYBRANYCH ODMIAN PSZENICY ZA POMOCĄ APARATU MIXOLAB

Anna Szafrńska

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego
Zakład Przetwórstwa Zbóż i Piekarstwa
e-mail: anna.szafranska@ibprs.pl

Streszczenie

Celem niniejszej pracy było określenie możliwości wykorzystania aparatu mixolab w ocenie jakości ziarna pszenicy na przykładzie odmian: Bombona, Tonacja, Nawra oraz Bogatka. Badano ziarno tych odmian ze zbiorów lat 2008-2010.

Badane odmiany pszenicy charakteryzowały się zróżnicowanym poziomem podstawowych wyróżników jakościowych, takich jak: zawartość białka, ilość glutenu, wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego oraz liczba opadania. Wodochłonność ziarna była zróżnicowana w zależności od odmiany pszenicy. Wyniki oceny cech reologicznych za pomocą aparatu mixolab wykazały iż ziarno odmian: Bombona, Tonacja i Nawra charakteryzowało się istotnie wyższą wodochłonnością niż ziarno odmiany Bogatka. Stwierdzono istotne współczynniki korelacji między wodochłonnością śruty i zawartością białka ($r = 0,754$), ilością glutenu ($r = 0,754$) oraz wskaźnikiem sedymentacyjnym Zeleny'ego ($r = 0,510$). Konsystencja ciasta mierzona w punktach C3, C4 i C5 uzależniona była od poziomu aktywności enzymów amylolitycznych zawartych w ziarnie. Istotne dodatnie współczynniki korelacji stwierdzono między liczbą opadania i oporem ciasta mierzonym w punktach: C3 ($r = 0,847$), C4 ($r = 0,935$) i C5 ($r = 0,936$).

Słowa kluczowe: mixolab, pszenica, odmiany pszenicy, jakość

NEW METHOD OF QUALITY EVALUATION OF CHOSEN WHEAT VARIETIES USING MIXOLAB

Summary

The aim of this study was to recognize the possibility of Mixolab utilization for quality evaluation of chosen wheat varieties: Bombona, Tonacja, Nawra and Bogatka. Grain samples were collected from 2008-2010 harvests.

Tested wheat grain samples showed differentiation in such quality parameters as: protein content, gluten content, Zeleny index and falling number. Varieties Bombona, Tonacja and Nawra showed significant higher waterabsorption than variety Bogatka. A

significant correlation coefficient was determined between waterabsorption and: protein content ($r = 0,754$), gluten content ($r = 0,754$) and Zeleny index ($r = 0,510$). The dough consistency measured as a torque in C3, C4 and C5 was related to amylolytic enzymes activity of grain. A significant correlation coefficients were calculated between falling number and the dough consistency in C3 ($r = 0,847$), C4 ($r = 0,935$), C5 ($r = 0,936$).

Key words: Mixolab, wheat, wheat varieties, quality

WPROWADZENIE

Zróznicowanie warunków klimatyczno-glebowych w poszczególnych regionach kraju oraz różne kierunki wykorzystania ziarna sprawiają, że uprawianych jest wiele odmian, które pozwalają na uzyskanie dobrych plonów oraz ziarna o określonych cechach technologicznych. W ramach prac nad nowymi odmianami kształtowane są cechy takie jak: plonowanie, wartość przemiałowa i wypiekowa ziarna, odporność lub tolerancja na różne czynniki biotyczne i abiotyczne ograniczające plonowanie, a także inne specyficzne cechy decydujące o właściwościach rolniczych czy użytkowych odmian.

W Krajowym Rejestrze Odmian na 2010 rok wpisane są 74 odmiany pszenicy ozimej oraz 23 odmiany pszenicy jarej. Odmiany pszenicy pod względem wartości technologicznej podzielone są przez COBORU (Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych) na pięć grup: E – elitarna, A – jakościowa, B – chlebowa, K – na ciastka i C – pozostała, w tym paszowa. Zróznicowanie warunków wegetacji roślin oraz warunków pogodowych panujących w trakcie wzrostu roślin i zbioru ziarna wpływa na wartość przemiałową i wypiekową ziarna. Odmianą wzorcową w zakresie jakości pszenicy ozimej jest odmiana Tonacja. Prowadzona przez COBORU ocena jakości ziarna tej odmiany, pochodzącego ze zbiorów lat 2000-2009, wykazała zróżnicowanie poziomu podstawowych wyróżników jakościowych ziarna zbieranego w poszczególnych latach m.in. zawartości białka - od 11,9 do 14,4% s.m., ilości glutenu - od 24,6 do 30,8%, liczby opadania - od 253 do 360 s [Lista opisowa odmian 2010].

Stosowane w praktyce przemysłu zbożowo-młynarskiego wyróżniki jakościowe opisujące właściwości białka (zawartość białka, ilość glutenu, wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego) oraz skrobi (liczba opadania) nie zawsze pozwalają na pełną charakterystykę jakości badanego ziarna. Dlatego też poszukuje się nowych metod oceny wartości technologicznej ziarna pszenicy.

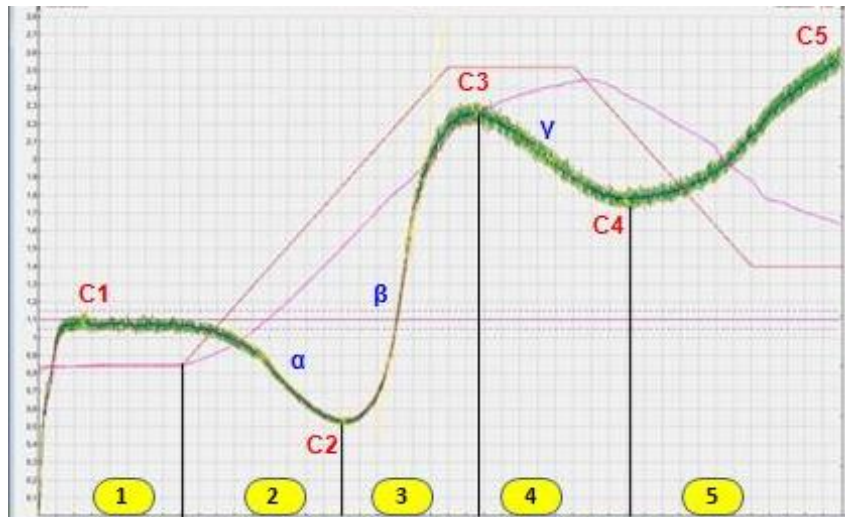
Aparat mixolab - nowe na rynku urządzenie do badania cech reologicznych - pozwala na ocenę właściwości reologicznych ciasta (badanie kompleksu białkowo-skrobiowego) przy

zmiennej temperaturze, która umożliwi symulację warunków panujących w cieście w trakcie wypieku. Metodyka oceny za pomocą aparatu mixolab opisana jest w normach międzynarodowych: AACC Method 54-60.01 (2010), ICC nr 173 (2011) i NF VO3-765 (2009). W 2011 roku również Komitet Techniczny CEN/TC338 ds. zbóż i przetworów zbożowych rozpoczął pracę nad opracowaniem normy dotyczącej metodyki oznaczania właściwości reologicznych ciasta za pomocą aparatu mixolab.

Metodykę oznaczania cech reologicznych określonych w ww. normach opracowano na podstawie zaproponowanej przez producenta aparatu instrukcji. Urządzenie może być wykorzystywane zarówno w ocenie mąki (protokół Chopin+), jak i śruty pszennej o odpowiedniej granulacji (protokół ChopinWheat+). Oznaczenie przebiega dwuetapowo. W pierwszym etapie wyznaczona zostaje wodochłonność mąki (odpowiadająca konsystencji ciasta 1,1 Nm). W drugim etapie badane są zmiany cech ciasta podczas jego tworzenia i dalszego mieszenia w zmiennych warunkach temperatury w czasie 45. minut. [Mixolab Application Handbook 2009].

Wykres uzyskany za pomocą aparatu mixolab podzielono na pięć faz (rysunek 1), opisujących zmiany właściwości reologicznych ciasta w trakcie oznaczania. W poszczególnych fazach wyznaczane są tzw. punkty charakterystyczne wykresu oznaczone odpowiednio: C1, C2, C3, C4 i C5, w których mierzone są: konsystencja ciasta (wyrażana w jednostkach Nm), temperatura ciasta ($^{\circ}\text{C}$) i czas od momentu rozpoczęcia dodawania wody do uzyskania określonej konsystencji w danym punkcie charakterystycznym wykresu (min).

W pierwszej fazie, trwającej 8 min przy stałej temperaturze ciasta (30°C), określane są właściwości ciasta w trakcie jego tworzenia. W fazie drugiej, w trakcie dalszego mieszenia i jednocześnie wzrostu temperatury w tempie $4^{\circ}\text{C}/\text{min}$ następuje zmniejszenie konsystencji ciasta.



Rysunek 1. Przykładowy wykres uzyskany za pomocą aparatu mixolab
A typical mixolab curve

W momencie kiedy temperatura osiągnie poziom temperatury początkowej kleikowania (faza 3), rozpoczyna się kleikowanie skrobi, co przejawia się wzrostem konsystencji ciasta. W fazie czwartej dalszy wzrost temperatury do 90°C powoduje upłynnianie kleiku skrobiowego i tym samym zmniejszanie oporu ciasta stawianego mieszadłkom. Obniżanie temperatury do 50°C w fazie 5 powoduje rekrystalizację amylozy co na wykresie przejawia się wzrostem konsystencji ciasta określanym jako retrogradacja. W fazach trzeciej, czwartej i piątej wykresu badane są właściwości kompleksu skrobiowego. Badania prowadzone przez Banu i in. (2008) wykazały zróżnicowanie uzyskanych wyników w zależności od poziomu aktywności enzymatycznej badanych próbek [Mixolab Application Handbook 2009].

Z wykresu odczytywane są także wskaźniki opisujące tempo zmniejszania konsystencji ciasta w trakcie początkowego wzrostu temperatury w fazie drugiej (α), wzrostu konsystencji ciasta w wyniku kleikowania skrobi (β) oraz zmniejszania konsystencji w wyniku hydrolizy enzymatycznej (γ), (Nm/min).

Aparat mixolab pozwala określić łącznie 20 różnych parametrów. W celu ułatwienia interpretacji tak dużej liczby parametrów odczytywanych z wykresu opracowano tzw. „profil mąki” lub „profil śruty”, który prezentowane wyniki przekształca na sześć umownych wskaźników: Wodochłonność, Miesienie, Gluten+, Lepkość, Amyloliza, Retrogradacja. Każdy wskaźnik został zbonitowany w skali od 1 do 9, przy czym wartość „1” oznacza najniższy poziom wartości tego wskaźnika, odczytywanej z wykresu uzyskanego za pomocą aparatu mixolab.

Aparat mixolab wykorzystywany jest w wielu krajach w ocenie jakości ziarna pszenicy, m.in. przez francuski Instytut Arvalis, który prezentuje parametry uzyskiwane za pomocą tego aparatu (wodochłonność i stałość) obok tradycyjnie stosowanych wyróżników jakościowych w corocznie publikowanych materiałach dotyczących oceny jakości zebranego w danym roku ziarna [Quality of French Wheats 2010 Harvest].

W wielu krajach m.in. we Francji, Australii, Argentynie, Rumunii i USA, w jednostkach prowadzących prace nad wyhodowaniem nowych odmian pszenicy i żyta, aparat mixolab jest wykorzystywany do identyfikowania różnic między odmianami. Badania prowadzone w jednostkach naukowych w ww. krajach wskazują na możliwość różnicowania jakości odmian pszenicy za pomocą aparatu mixolab. Według wielu autorów [Koksel i in. 2009; Mixolab Application Handbook 2009; Švec i in. 2009; Caffè i in. 2008] wyniki oceny za pomocą tego urządzenia uzależnione są w dużym stopniu od odmiany pszenicy i warunków wegetacji roślin.

Banu i in. [2009] zwracają uwagę na zróżnicowanie kształtu wykresów uzyskiwanych za pomocą aparatu mixolab w zależności od poziomu liczby opadania oraz jakości kompleksu skrobiowego. Badania Caffè i in. [2010] oraz Tulbek i in. [2008] wskazują na wysokie współczynniki korelacji między parametrami oceny za pomocą aparatu mixolab a m.in. objętością chleba. Obecnie prowadzone są badania w kierunku możliwości zastąpienia czaso- i pracochłonnych testów wypiekowych oceną cech reologicznych za pomocą aparatu mixolab.

W Zakładzie Przetwórstwa Zbóż i Piekarstwa Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w latach 2008 – 2010 badano możliwość wykorzystania aparatu mixolab w ocenie jakości ziarna różnych odmian pszenicy uprawianych w Polsce. Do badań wybrano odmiany pszenicy reprezentujące trzy grupy jakościowe (tabela 1) i należące do najbardziej rozpowszechnionych odmian w uprawie na terenie całego kraju.

Odmiana Bombona jest jedyną wśród uprawianych odmian zaliczaną do grupy elitarniej. Cechuje się najwyższą jakością i uznawana jest za bardzo dobrą odmianę przeznaczoną na cele wypiekowe. Odmiana Tonacja jest odmianą wzorcową odmian pszenicy ozimej. Odmiana Bogatka zaklasyfikowana jest do grupy B, jednak większość wyróżników jakościowych ocenianych przy skupie ziarna wykazuje na poziomie wymagań grupy A. Odmiana Nawra (grupa A) jest pszenicą jarą, która jedynie ze względu na mniejszą objętość chleba nie klasyfikuje się do grupy pszenic elitarnych [Lista opisowa odmian 2010].

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

1. Materiał badawczy

Materiał do badań stanowiły próbki ziarna pszenicy ze zbiorów lat 2008, 2009 i 2010 pochodzące z towarowej produkcji rolniczej. Próbkę dostarczono do Zakładu Przetwórstwa Zbóż i Piekarstwa IBPRS z Ośrodków Doradztwa Rolniczego z terenu całego kraju. Spośród ponad 2 tysięcy zgromadzonych w tych latach próbek wybrano i oceniono po 12 próbek ziarna pszenicy odmiany Bombona, Tonacja, Nawra oraz Bogatka. Wybór próbek pochodzących z różnych obszarów klimatyczno-uprawowych był losowy.

Tabela 1. Odmiany pszenicy badane w ramach niniejszej pracy za pomocą aparatu mixolab

Wheat varieties tested at this study

Grupa jakościowa według COBORU	Odmiany jare	Odmiany ozime
E (elitarna)	Bombona	
A (jakościowa)	Nawra	Tonacja
B (chlebowa)	-	Bogatka

2. Metody badań

Oznaczanie poszczególnych wyróżników jakościowych wykonano zgodnie z metodyką określoną w następujących Polskich Normach:

- ilość glutenu wg PN-93/A-74042
- zawartość białka wg PN-EN ISO 20483:2007
- liczba opadania wg PN-EN ISO 3093:2007
- zawartość popiołu wg PN-ISO 2171:1994
- wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego wg PN-ISO 5529:1998.

Śrutę całościarnową uzyskano w wyniku rozdrobnienia ziarna za pomocą rozdrabniacza laboratoryjnego typ FN 3100 firmy Perten Instruments.

Ocenę cech reologicznych za pomocą aparatu mixolab wykonano według protokołu Chopin Wheat+ (dla śruty) zgodnie z instrukcją producenta aparatu, na podstawie której została opracowana norma ICC nr 173: Whole Meal and Flour from T. aestivum – Determination of Rheological Behavior as a Function of Mixing and Temperature Increase

(Śruta całozziarnowa i mąka uzyskana z pszenicy zwyczajnej (*T. aestivum*) – Oznaczenie właściwości reologicznych jako funkcji mieszenia i wzrostu temperatury).

Określono wodochłonność śruty, a z wykresu odczytano wartości konsystencji ciasta w punktach charakterystycznych: C1, C2, C3, C4 i C5 oraz wskaźniki: Wodochłonność, Miesienie, Gluten+, Kleistość, Amyloliza i Retrogradacja wyznaczone w ramach profilu.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie. Analizę wariancji wykonano za pomocą programu Statgraphics Plus 3.0. Najmniejsze istotne różnice (NIR) wyznaczono testem LSD przy poziomie istotności $\alpha=0,05$. W obliczeniach uwzględniono czynnik odmiany pszenicy.

WYNIKI I DYSKUSJA

Ziarno badanych odmian pszenicy wykazywało istotne zróżnicowanie pod względem zarówno cech kompleksu białkowego, jak i aktywności enzymów amylolitycznych. Zawartość białka kształtowała się w zakresie od 9,7 do 16,0% s.m., ilość glutenu od 17,2 do 35,0%, a wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego od 32 do 64 cm³. Aktywność enzymów amylolitycznych, określana jako liczba opadania, kształtowała się w zakresie od 108 do 440 s. Wartości średnie obliczone z dwunastu badanych próbek poszczególnych odmian, wyznaczone wartości minimalne i maksymalne, odchylenia standardowe oraz grupy jednorodnie przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Ocena badanych próbek ziarna pszenicy
Quality parameters of tested wheat varieties

Odmiana		Zawartość białka (Nx5,7) (% s.m.)	Ilość glutenu (%)	Wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego (cm ³)	Zawartość popiołu (% s.m.)	Liczba opadania (s)
Bombona	średnia	13,8b	28,8b	52b	1,74b	307
	min	12,2	22,4	45	1,48	112
	max	16,0	35,0	64	1,99	440
	s	1,3	3,9	5	0,13	96
Tonacja	średnia	13,9b	29,8b	54b	1,63a	279
	min	12,9	26,5	48	1,30	148
	max	15,1	32,4	58	1,92	364
	s	0,8	2,3	3	0,17	73
Nawra	średnia	13,9b	28,7b	50ab	1,79b	304
	min	12,2	22,8	41	1,62	108
	max	15,9	33,4	64	2,11	438
	s	1,4	3,9	7	0,14	92
Bogatka	średnia	12,4a	25,1a	47a	1,66a	328
	min	9,7	17,2	32	1,36	160
	max	13,7	29,2	58	1,82	423
	s	1,2	3,3	7	0,14	69
NIR LSD ($\alpha = 0,05$)		0,962	2,816	4,740	0,123	r.n.

s – odchylenie standardowe

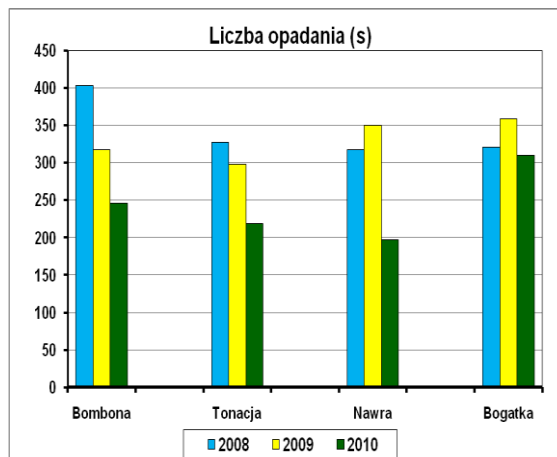
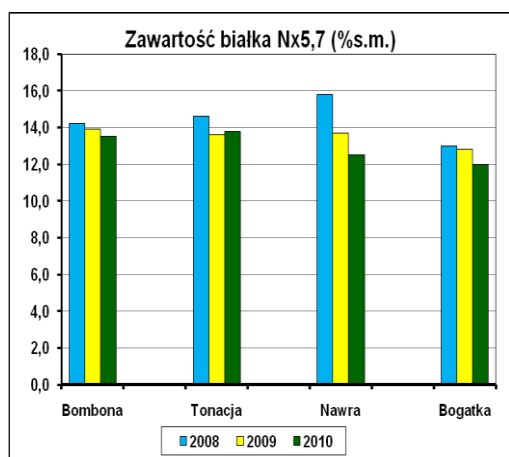
r.n. – różnice nieistotne

a, b – grupy jednorodnie

Zróżnicowanie wyników oznaczeń badanych parametrów stwierdzono zarówno pomiędzy odmianami, jak i w ramach poszczególnych odmian, oraz w zależności od roku zbioru ziarna. Próbki ziarna odmiany Bombona, Tonacja i Nawra charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością białka oraz ilością glutenu w porównaniu do próbek ziarna odmiany Bogatka. Według badań prowadzonych w ZPZiP IBPRS tzw. wstępnej oceny podstawowych cech technologicznych ziarna pszenicy ze zbiorów lat 2008-2010 średnia zawartość białka w ziarnie pszenicy odmiany Bombona kształtowała się od 14,0 do 14,2% s.m. w zależności od roku zbioru, odmiany Nawra od 13,1 do 14,0% s.m., odmiany Tonacja od 12,5 do 12,9% s.m., a odmiany Bogatka od 12,3 do 12,6% s.m [Rothkaehl 2009-2011].

Ziarno badanych odmian pszenicy ze zbiorów 2010 roku charakteryzowało się niższą średnią zawartością białka niż ziarno ze zbiorów roku 2008 i 2009 (rysunek 1A). Największą różnicę rzędu 3,3 punktów procentowych zaobserwowano w przypadku odmiany Nawra, a najmniejszą różnicę – w przypadku odmiany Bogatka i Bombona (odpowiednio 0,7 i 0,8 punktu procentowego). Podobne tendencje zaobserwowano w badaniach Rothkaehl.

Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania liczby opadania w zależności od odmiany pszenicy. Liczba opadania ziarna badanych odmian była zróżnicowana w zależności od roku zbioru ziarna. Ziarno pszenicy ze zbiorów roku 2008 i 2009 charakteryzowało się niższą aktywnością enzymów amylolitycznych niż ziarno ze zbiorów 2010 roku (rysunek 1 B). Niekorzystne warunki pogodowe w trakcie zbioru ziarna (duża ilość opadów) w 2010 roku spowodowały, że aż 23% próbek ziarna pszenicy badanych w ramach tzw. wstępnej oceny cech technologicznych ziarna, wykonanej w ZPZiP IBPRS, charakteryzowało się liczbą opadania poniżej 150 s. W poprzednich dwóch latach zbiorów liczbę opadania poniżej 150 s wykazywało mniej niż 3% ogólnej liczby badanych próbek [Rothkaehl 2011].



(A)

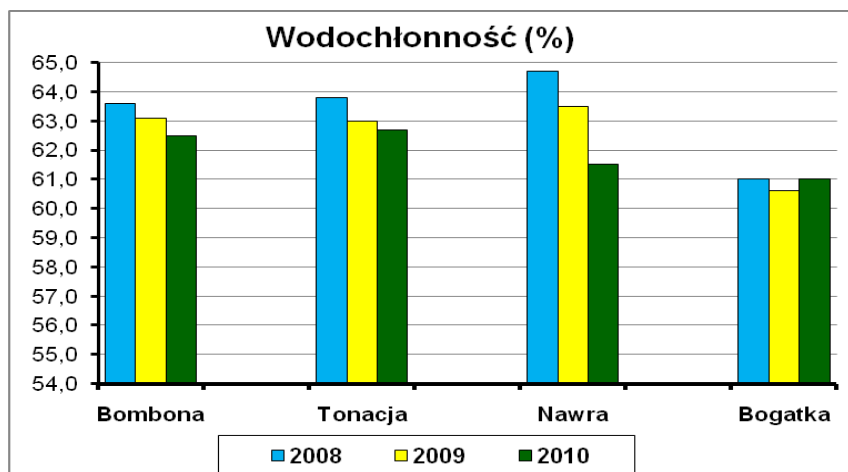
(B)

Rysunek 1. Średnia zawartość białka (A) oraz liczba opadania (B) badanych odmian pszenicy w zależności od roku zbioru ziarna
Average protein content (A) and falling number (B) of tested wheat varieties depended on harvest's year

Badania Durić i in. [2008] wskazują na zróżnicowanie poziomu aktywności enzymów amylolitycznych w zależności od rejonu uprawy pszenicy. Zanetti i in. [2000] wykazali większe zróżnicowanie liczby opadania w zależności od roku zbioru niż od rejonu uprawy.

Wodochłonność ziarna badanych odmian pszenicy kształtowała się w zakresie od 58,6 do 68,0% (tabela 3). Odmiany Bombona, Tonacja i Nawra charakteryzowały się wodochłonnością na średnim poziomie 63%, która była istotnie wyższa od wodochłonności ziarna odmiany Bogatka (średnia 61%) (rys. 2). Podobnie jak w przypadku zawartości białka stwierdzono zróżnicowanie wodochłonności w zależności od roku zbioru ziarna. Najwyższe średnie wodochłonności wykazywały próbki ziarna ze zbiorów 2008 roku, a najniższe wartości tego parametru uzyskano w przypadku próbek pszenicy ze zbiorów 2010 roku.

Największym zróżnicowaniem średnich wyników wodochłonności charakteryzowały się próbki ziarna odmiany Nawra – różnica między średnią wodochłonnością próbek ze zbiorów 2010 roku i 2008 roku wynosiła 3,2 punktu procentowego.



Rysunek 2. Średnia wodochłonność ziarna badanych odmian pszenicy w zależności od roku zbioru ziarna
Average waterabsorption of tested wheat varieties depended on harvest's year

Istotne współczynniki korelacji między wodochłonnością i wybranymi wyróżnikami jakościowymi opisującymi właściwości białka przedstawiono w tabeli 4. Istotne dodatnie współczynniki korelacji między omawianymi parametrami uzyskali także w swych badaniach Szafrńska (2010), Różyło i Laskowski (2007) oraz Hruskova i in. (2006).

Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania konsystencji ciasta, mierzonej w punktach charakterystycznych wykresu (od C1 do C5), w zależności od odmiany pszenicy. Badania dotyczące oceny jakości odmian pszenicy uprawianych we Francji i w Australii wskazują na zróżnicowanie parametrów oceny uzyskanych za pomocą aparatu mixolab w zależności od odmiany. Wyniki badań pszenicy uprawianej w Argentynie wskazują na znaczny wpływ rejonu uprawy na wartości uzyskiwanych parametrów [Mixolab Appl. Handbook 2009].

Tabela 3. Ocena ziarna badanych odmian pszenicy za pomocą aparatu mixolab
Mixolab properties of tested wheat varieties

Odmiana		Wodochłonność (%)	Konsystencja ciasta (Nm) w punktach:				
			C1	C2	C3	C4	C5
Bombona	średnia	63,0b	1,10	0,38	1,74	1,13	1,82
	min	61,4	1,05	0,25	1,26	0,21	0,29
	max	63,8	1,15	0,53	2,04	1,71	2,78
	s	0,8	0,04	0,08	0,21	0,46	0,76
Tonacja	średnia	63,1b	1,12	0,39	1,74	1,00	1,54
	min	62,0	1,08	0,33	1,42	0,39	0,56
	max	64,8	1,15	0,51	2,00	1,42	2,31
	s	0,8	0,02	0,05	0,17	0,36	0,55
Nawra	średnia	63,3b	1,11	0,41	1,75	1,19	1,81
	min	61,1	1,06	0,32	1,40	0,38	0,59
	max	68,0	1,15	0,53	2,01	1,64	2,40
	s	2,0	0,03	0,07	0,17	0,40	0,55
Bogatka	średnia	60,8a	1,10	0,38	1,83	1,33	2,15
	min	58,6	1,05	0,34	1,50	0,64	0,99
	max	65,9	1,13	0,42	1,94	1,59	2,64
	s	2,0	0,02	0,03	0,12	0,26	0,43
NIR LSD ($\alpha = 0,05$)		1,254	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

s – odchylenie standardowe

r.n. – różnice nieistotne

a, b – grupy jednorodne

Ziarno odmiany Bogatka wykazywało wyższe wartości konsystencji ciasta w punktach charakterystycznych wykresu C3, C4 i C5, opisujących jakość skrobi, niż ziarno pozostałych odmian. Nie były to jednak różnice istotne statystycznie. Stwierdzono istotne dodatnie współczynniki korelacji między liczbą opadania i konsystencją ciasta, mierzoną w punktach charakterystycznych wykresu C3 ($r=0,810$), C4 ($r=0,908$) i C5 ($r=0,911$) (tabela 4). Uzyskane wartości współczynników korelacji są na wyższym poziomie niż uzyskane w badaniach ZPZiP IBPRS w 2008 roku [Szafrńska 2010 b]. Banu i in. [2009] wykazali, że zmiany kształtu wykresu uzyskanego za pomocą aparatu mixolab uzależnione są od jakości kompleksu białkowego i aktywności enzymów amylolitycznych.

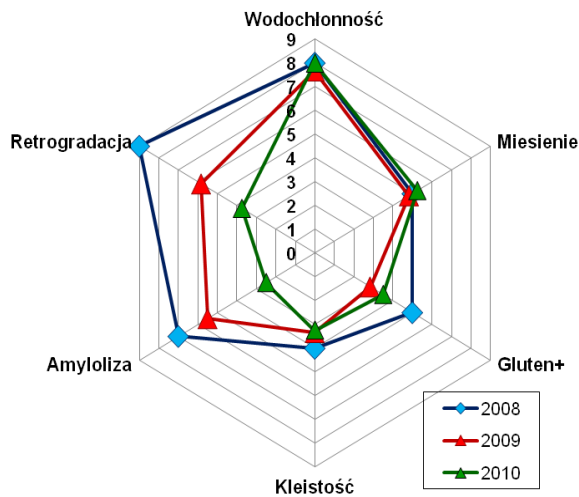
Tabela 4. Współczynniki korelacji obliczone dla wybranych wyróżników jakościowych oraz parametrów oceny za pomocą aparatu mixolab

Correlation coefficients between quality parameters and Mixolab properties

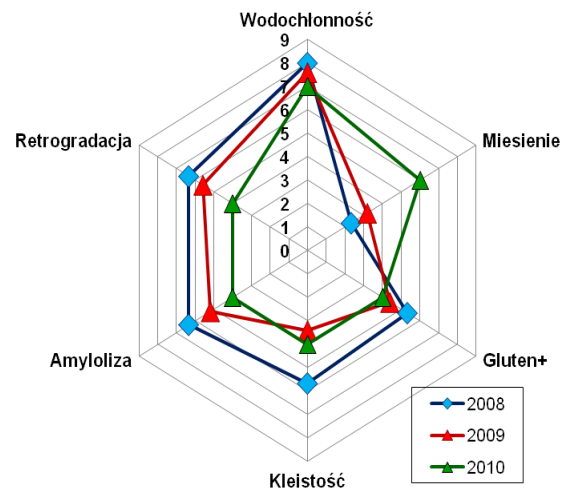
	Wodochłonność	C3	C4	C5
Zawartość białka	0,754	r.n.	r.n.	r.n.
Ilość glutenu	0,754	r.n.	r.n.	r.n.
Wskaźnik sedymentacyjny	0,510	r.n.	r.n.	r.n.
Liczba opadania	r.n.	0,810	0,908	0,911

r.n. – różnice nieistotne

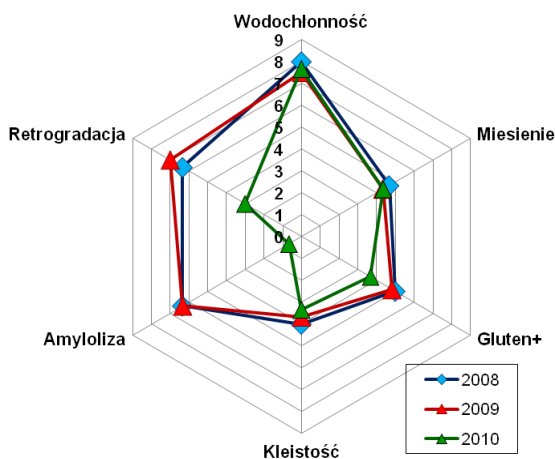
Średnie „Wskaźniki” wyznaczone w odniesieniu do odmian pszenicy w trzech kolejnych latach zbiorów (2008, 2009 i 2010) wykazują podobieństwo w ocenie właściwości białka (Wodochłonność, Miesienie, Gluten+) oraz zróżnicowanie w zakresie oceny właściwości skrobi (Kleistość, Amyloliza, Retrogradacja). Profile wyznaczone w kolejnych latach jako średnie z badanych próbek, są zróżnicowane pomiędzy odmianami (rysunek 3).



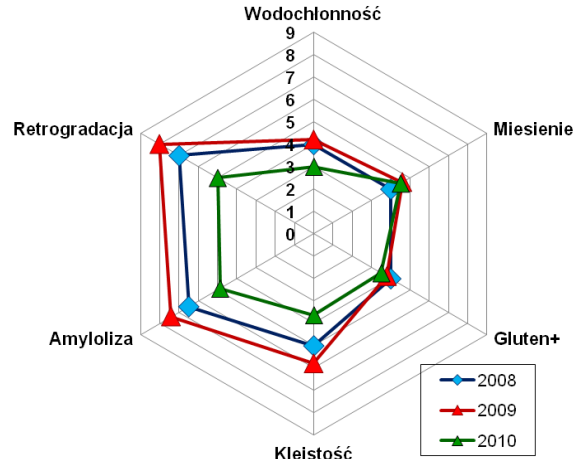
Bombona



Tonacja



Nawra



Bogatka

Rysunek 3. Średnie wartości „Wskaźników” ziarna odmian pszenicy w zależności od roku zbioru ziarna
Average Mixolab Indexes of tested wheat varieties depended on harvest's year

Profile odmiany Bombona i Nawra wykazują duże podobieństwo w zakresie oceny właściwości białka – charakteryzują się wysokimi wartościami wskaźników Wodochłonność (w zakresie 7-8 jednostek) oraz średnimi wartościami wskaźników Miesienie i Gluten+ (w zakresie od 3 do 5 jednostek). Obie odmiany wykazują zróżnicowanie jakości skrobi

w zależności od roku zbioru ziarna. Profil odmiany Tonacja charakteryzuje się nieznacznie niższymi wartościami wskaźnika Wodochłonność oraz o połowę niższymi wartościami wskaźnika Miesienie niż profile odmiany Bombona i Nawra. Odmiana Bogatka charakteryzuje się innym kształtem profilu niż odmiany omawiane wcześniej – wskaźniki Wodochłonność i Miesienie są o połowę niższe niż te wyznaczone dla odmian Bombona i Nawra.

W przypadku odmian Bombona, Nawra i Bogatka nie zaobserwowano wpływu roku zbioru ziarna na jakość białka charakteryzowaną przez wskaźniki Wodochłonność, Miesienie i Gluten+. Takie zróżnicowanie stwierdzono w przypadku odmiany Tonacja. Jakość skrobi opisywana przez wskaźniki Kleistość, Amyloliza i Retrogradacji była zróżnicowana w zależności od roku zbioru ziarna. Ziarno wszystkich odmian, pochodzące ze zbiorów 2010 roku, wykazywało najniższe wartości wskaźników Kleistość, Amyloliza i Retrogradacja. Badania Banu i in. [2009] wskazują na zróżnicowanie wartości uzyskiwanych w ocenie Profilu Wskaźników w zależności od odmiany pszenicy.

Opisywane w niniejszej pracy badania oceny jakości odmian pszenicy, dotyczyły próbek ziarna pochodzących z towarowej produkcji rolniczej, charakteryzującej się bardziej zróżnicowanym poziomem agrotechniki w porównaniu do uprawy ziarna na poletkach doświadczalnych w stacji hodowli roślin, gdzie bardziej przestrzegane są określone zasady produkcji roślinnej. Praktyka towarowej produkcji rolniczej wskazuje, że występuje tam większe zróżnicowanie warunków agrotechnicznych niż na poletkach doświadczalnych co widoczne jest również w większym zróżnicowaniu cech jakościowych ziarna pszenicy z takiej produkcji.

Dotychczas zrealizowane w ZPZiP IBPRS badania rozpoznawcze wskazują na możliwość wykorzystania aparatu mixolab do oceny wartości technologicznej odmian pszenicy uprawianych w Polsce w zakresie jakości zarówno białka jak i skrobi zawartych w ziarnie. Niezbędne jest jednak rozszerzenie badań w zakresie oceny większej liczby próbek ziarna pszenicy o bardziej zróżnicowanych cechach jakościowych, które pozwolą na obserwację zmian wyznaczonych profili poszczególnych odmian.

WNIOSKI

1. Przeprowadzone w ZPZiP IBPRS badania wskazują na możliwość wykorzystania aparatu mixolab do oceny wartości technologicznej odmian pszenicy uprawianych w Polsce w zakresie oceny kompleksu białkowo-skrobiowego.
2. Badane odmiany pszenicy, oceniane na podstawie próbek ziarna pochodzących z towarowej produkcji rolniczej, charakteryzowały się zróżnicowanym poziomem podstawowych wyróżników jakościowych, takich jak: zawartość białka, ilość glutenu, wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego oraz liczba opadania. Odmiany Bombona, Tonacja i Nawra charakteryzowały się istotnie wyższymi wartościami wskaźników opisujących jakość białka w porównaniu do odmiany Bogatka.
3. Wodochłonność ziarna była zróżnicowana w zależności od odmiany pszenicy. Próbki ziarna odmian: Bombona, Tonacja i Nawra wykazywały istotnie wyższą wodochłonność niż próbki ziarna odmiany Bogatka – średnio o 3 punkty procentowe. Stwierdzono istotne współczynniki korelacji między wodochłonnością a zawartością białka ($r = 0,754$), ilością glutenu ($r = 0,754$) i wskaźnikiem sedymentacyjnym Zeleny'ego ($r = 0,510$).
4. Konsystencja ciasta mierzona w punktach charakterystycznych wykresu C2, C3, C4 i C5 była zróżnicowana w ramach poszczególnych badanych odmian pszenicy.
5. Wartości konsystencji ciasta w punktach C3, C4 i C5 były uzależnione od aktywności enzymów amylolitycznych zawartych w ziarnie. Stwierdzono istotne dodatnie współczynniki korelacji między liczbą opadania a konsystencją ciasta w punktach C3 ($r=0,810$), C4 ($r = 0,908$) i C5 ($r = 0,911$).
6. Jakość kompleksu białkowego badanych odmian pszenicy opisywana przez wskaźniki: Wodochłonność, Miesienie i Gluten+ była zbliżona w kolejnych latach zbiorów. Znaczne zróżnicowanie wyników obserwowano w przypadku oceny kompleksu skrobiowego, opisywanego przez wskaźniki: Kleistość, Amyloliza i Retrogradacja.

PIŚMIENNICTWO

1. AACC Method 54-60.01 "Determination of rheological behavior as a function of mixing and temperature increase in wheat flour and whole wheat meal". (2010)
2. Banu I., Stoenescu G., Ionescu V., Vasilean I., Aprodu I. (2009): Rheological behavior of different wheat varieties. The Annals of the Dunarea de Jos of Galati. Fascile VI – Food Technology, New Series Year III (XXXII), 25-30

3. Caffè M., Glover K., Krishnan P. (2008): Utilization of mixolab for end-use quality and bread wheat loaf volume prediction. South Dakota State University SD, USA <http://www.grainqualitytechnology.org/chicago08/abstracts/Melanie%20Caffe%20-%20Mixolab%20Wheat.pdf>
4. Caffè-Treml M., Glover K.D., Krishnan P.G., Hareland G. (2010): Variability and relationships among mixolab, mixograph, and baking parameters based on multienvironment Spring Wheat Trials. *Cereal Chem.* 2010, Vol. 87 (6), 574-580
5. Đurić V., Mladenov N., Hristov N, Kondić-Spika A., Racić M. (2008): Estimating technological quality in wheat by Hagberg Falling Number and amylograph peak viscosity. *Zbornik radova, Sveska 45*, s. 21-26
6. Hruškova M., Švec I., Jirsa O. (2006): Correlation between milling and baking parameters of wheat varieties. *J. Food Eng.* 77, 439-444
7. ICC Standard No. 173: Whole Meal and Flour from *T. aestivum* – Determination of Rheological Behavior as a Function of Mixing and Temperature Increase, (2011)
8. Koksel H., Kahraman K., Sanal T., Ozay D.S., Dubat A. (2009): Potential utilization of Mixolab for quality evaluation of bread wheat genotypes. *Cereal Chem.* Vol. 86 (5), 522-526
9. Mixolab Application Handbook. Rheological and enzymatic analysis. Chopin Applications Laboratory, France, (2009)
10. NF VO3-765 “Cereals and cereal products – Wheat flour (*T. aestivum*) – Water absorption measurement and rheological characteristics of a dough during mixing with the mixolab”. AFNOR (2009)
11. PN-93/A-74042 Ziarno zbóż i przetwory zbożowe – Oznaczanie glutenu mokrego za pomocą urządzeń mechanicznych
12. PN-EN ISO 20483:2007 Ziarno zbóż i nasiona roślin strączkowych – Oznaczanie zawartości azotu i przeliczanie na zawartość białka – Metoda Kjeldahla
13. PN-EN ISO 3093:2007 Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina – Oznaczanie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena
14. PN-ISO 2171:1994 Ziarno zbóż i przetwory zbożowe - Oznaczanie popiołu całkowitego
15. PN-ISO 5529:1998 Pszenica - Oznaczanie wskaźnika sedymentacyjnego - Test Zeleny’ego
16. Quality of French wheats 2010 harvest, FranceAgriMer reports2010, Arvalis - Institut du végétal <http://www.onigc.fr/pdf/FR/qbt0910A.pdf>

17. Rothkaehl J. (2009) Ocena podstawowych cech technologicznych ziarna ze zbiorów 2008 roku. *Prz. Zboż.-Młyn.* 2009 (1): 2-5
18. Rothkaehl J. (2010): Ocena podstawowych cech technologicznych ziarna ze zbiorów 2009 roku. *Prz. Zboż.-Młyn.* 2010 (1): 2-6
19. Rothkaehl J. (2011): Ocena podstawowych cech technologicznych ziarna ze zbiorów 2010 roku. *Prz. Zboż.-Młyn.* 2011 (1): 2-5
20. Różyło R., Laskowski J. (2007): Wpływ właściwości pszenicy jarej na wodochłonność mąki. *Acta Agrophysica*, 2007, 9(3), 755-765
21. Szafrąńska A. (2009): Mixolab – nowe aspekty oceny ziarna i mąki w hodowli nowych odmian i praktyce przemysłu zbożowo-młynarskiego i piekarskiego. III Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Szkoleniowa „Jakość a wykorzystanie ziarna zbóż” Puławy, 27-28 października 2009, s. 128-129
22. Szafrąńska A. (2010a): Ocena jakości odmian pszenicy za pomocą aparatu mixolab. XXXI Konferencja w Krynicy Morskiej „Jakość produktu finalnego elementem sukcesu przedsiębiorstwa”. Krynica Morska 26-29 maja 2010, s. 10-13
23. Szafrąńska A. (2010b): Prognozowanie jakości mąki pszennej na podstawie parametrów oceny jakości śruty za pomocą aparatu mixolab. *Pr. Inst. Lab. Bad. Przem. Spoż.*, t. 63, s. 107 – 116
24. Švec I., Hruškova M. (2009): Modelling of wheat, flour and bread quality parameters. *Sci. Agricult. Bohemica*, 40 (2), 58-66
25. Tulbek M.C., Hall C., Simsek S., Manthey F. (2008): Mixolab – R&D point of view for millers and bakers, <http://www.icc.or.at/events/istanbul2008/rd-pov-ws.pdf>
26. Zanetto S., Winzeler M., Keller B., Messmer M. (2000): Genetic Analysis of Pre-Harvest Sprouting Resistance in a Wheat x Spelt Cross, *Crop Science* 40, 1406-1417