

BOHDAN ACHREMOWICZ, WIKTOR BERSKI, HALINA GAMBUŚ

WYKORZYSTANIE METODY SRC (SOLVENT RETENTION CAPACITY) DO OCENY JAKOŚCI TECHNOLOGICZNEJ MĄK PSZENNYCH

Streszczenie

Właściwości ziarna pszenicy decydują o kierunku przerobu, doborze parametrów i przebiegu procesów technologicznych, co z kolei determinuje jakość pieczywa. Uwzględniając skalę produkcji, istotne jest opracowanie metody umożliwiającej ocenę jakości mąki z danego ziarna w sposób szybki, a zarazem dokładny. Jednym ze sposobów przewidywania przydatności technologicznej mąki pszennej może być metoda Solvent Retention Capacity (SRC). W metodzie tej wykorzystano zdolność mąki do zatrzymywania wodnych roztworów: Na_2CO_3 , sacharozy, kwasu mlekowego oraz wody, co z kolei wynika z obecności uszkodzonych ziarenek skrobiowych, ilości i jakości pentozanów, glutenu i innych składników.

Celem przeprowadzonych badań było porównanie właściwości technologicznych mąk pszennych badanych standardowymi metodami analitycznymi z wynikami uzyskanymi metodą SRC. Materiał badawczy dobrano tak, aby reprezentował możliwie szeroki asortyment mąk pszennych, analizowanych na przestrzeni lat 2005-2007. Wyniki uzyskane metodą SRC zestawiono z parametrami jakościowymi badanych mąk i wypieczonych z nich chlebów, a następnie opracowano statystycznie. Stwierdzono istotną ujemną korelację między wartością wchłaniania wody (test SRC) a objętością bochenków. Wykazano, że na podstawie testu SRC można jedynie w niewielkim zakresie przewidzieć jakość pieczywa z analizowanych mąk oraz ma on umiarkowane powiązanie ze wskaźnikami tradycyjnej oceny wartości wypiekowej mąk pszennych.

Słowa kluczowe: test SRC, pszenica, mąka pszenna, właściwości technologiczne, jakość

Wprowadzenie

Pszenica jest najważniejszym zbożem chlebowym uprawianym w Polsce, stanowi podstawowy surowiec do produkcji piekarsko-ciastkarskiej, makaronu oraz pasz. Właściwości mąki pszennej decydują o doborze parametrów i przebiegu procesów technologicznych, a także o jakości pieczywa. Przydatność technologiczną mąki określa

przede wszystkim: pochodzenie ziarna, odmiana, rejon i sposób uprawy, jakość ziarna, sposób przemiału, przydatność do przechowywania oraz wartość wypiekowa. Pod pojęciem wartości wypiekowej określa się zespół cech mąki zapewniających dostateczną zdolność fermentacyjną ciasta oraz odpowiednią jego strukturę, umożliwiającą uzyskanie dużej wydajności, zatrzymanie gazów wytworzonych w czasie fermentacji, utrzymanie poprawnego kształtu i tekstury pieczywa [4].

Metody oceny mąki dzieli się na: pośrednie i bezpośrednie. Do pośrednich zalicza się metody analityczne i reologiczne, bezpośrednie to próbny wypiek. Mimo zastosowania najnowszych technik analitycznych w chemii zbóż, brak jest dotychczas takiej metody, która nadawałaby się do szybkiej oceny wartości wypiekowej mąki i była w stanie zastąpić metodę bezpośrednią. Dlatego też próbny wypiek pozostaje nadal podstawowym sprawdzianem oceny przydatności mąk do produkcji pieczywa [4].

W ostatnich latach do oceny wartości wypiekowej w zakładach zbożowych eksportujących mąkę do Anglii wprowadzono, na żądanie odbiorcy, nową, szybką metodę Solvent Retention Capacity (SRC), w której wykorzystano zdolności hydratacyjne mąk pszennych, zależne od składu chemicznego, tj. ilości i stanu skrobi, ilości i jakości glutenu, pentozanów i innych składników [2, 3]. W teście tym mierzy się zdolność mąki do absorbowania różnych roztworów: 50 % sacharozy, 5 % węgla sodu, 5 % kwasu mlekowego oraz wody destylowanej. Wyniki uzyskane za pomocą metody SRC dostarczają w miarę kompleksowych informacji o badanej mące. Zaabsorbowany roztwór Na_2CO_3 informuje o stopniu uszkodzenia skrobi, która z kolei zależy od technologii przemiału ziarna i konsystencji bielma. Im większe uszkodzenia ziaren skrobi, tym większa jest ilość wchłoniętego roztworu Na_2CO_3 . Oznacza to, że w cieście znajduje się więcej substratu podanego na działanie enzymów amylolitycznych, wytwarzających m.in. gazy, co pozwala na uzyskanie pieczywa o lepszej objętości [4, 10]. Zaabsorbowany roztwór sacharozy określa właściwości pentoz, które powstają w wyniku hydrolizy pentozanów. Z kolei objętość wchłoniętego roztworu kwasu mlekowego charakteryzuje właściwości hydratacyjne białek glutenowych, zależne zarówno od ilości, jak i jakości glutenu. Wraz ze wzrostem ilości wchłanianego roztworu zwiększa się objętość otrzymanego wypieku [5]. Natomiast wchłanianie wody uzależnione jest od wszystkich wymienionych powyżej składników mąki. Zatem różne aspekty wartości wypiekowej mąki są przedstawione za pomocą wyników poszczególnych wskaźników testu SRC [2, 7]. Metoda ta znalazła zastosowanie przy ocenie ziarna nowych odmian hodowlanych pszenicy [5, 6, 16] oraz przewidywania jakości mąk pszenicznych [11].

Celem przeprowadzonych badań było porównanie podstawowych wyróżników właściwości wypiekowych mąk pszennych, oznaczonych standardowymi metodami analitycznymi, z wynikami uzyskanymi przy użyciu metody SRC. Materiał badawczy został dobrany tak, by reprezentował możliwie szerokie spektrum analizowanych prób

mąki, tj. zarówno mąki handlowe, jak i mąki uzyskane z laboratoryjnego przemiału ziarna pszenicy ozimej i jarej, pochodzące z trzech kolejnych lat uprawy (2005, 2006, 2007) i z dwóch różnych rejonów uprawy.

Material i metody badań

Materiał badawczy stanowiły próbki 22 mąk pszennych, zarówno handlowych, jak i pochodzących z przemiału laboratoryjnego ziarna pszenicy, uprawianej w okresie 3 lat w Hodowli Roślin w Strzelcach oraz Małopolskiej Hodowli Roślin HDT w Polanowicach. Przemiału laboratoryjnego dokonano w młynie laboratoryjnym Qudrumat Senior firmy Brabender, typ Q6-109. Szczegółowe dane dotyczące materiału badawczego przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1

Pochodzenie materiału badawczego.
Origin of the research material.

Rok uprawy Year of cultivation	Miejsce uprawy lub pochodzenie Place of cultivation or origin	Opis Description
2005	Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o. o. Grupa IHAR	Pszenica ozima odmian / Winter wheat varieties: Tonacja, Fregata i/and Symfonia
2006	Małopolska Hodowla Roślin HBP Sp. z o. o. Zakład Hodowlano- Produkcyjny Polanowice	Pszenica jara odmian / Spring wheat varieties: Cytra Koksa, Nawra, Zadra
2006	Małopolska Hodowla Roślin HBP Sp. z o. o. Zakład Hodowlano- Produkcyjny Polanowice	Pszenica ozima odmian / Winter wheat varieties: Bogatka, Nadobna, Tonacja, Wydma
2006	Polskie Zakłady Zbożowe S.A. w Krakowie	Mąka pszenna niskowyciągowa typu Commercial flours type: 450, 500, 550 i 650
2006	Polskie Zakłady Zbożowe S.A. w Krakowie	Mąka pszenna wysokowyciągowa typu / Commercial flour type: 750, 850 i 1050
2007	Małopolska Hodowla Roślin HBP Sp. z o. o. Zakład Hodowlano- Produkcyjny Polanowice	Pszenica ozime odmian / Wheat varieties Bogatka i Wydma
2007	Zakład Bahlsen w Skawinie	Mąki / Commercial flours Lubella i Smoryń

Zarówno w mąkach handlowych, jak i pochodzących z przemiału laboratoryjnego oznaczano: liczbę opadania (LO), stosując metodę ICC 107/1 [8]; wskaźnik sedymentacyjny metodą Zeleny'ego wg PN-ISO 5529:1998 [14]; zawartość glutenu mokrego metodą ICC 137/1 [8]; zawartość białka ogółem wg AOAC 920.87 [1], zawartość skrobi metodą polarymetryczną wg ICC 122/1 [8]; wodochłonność mąki w farinografie

Brabendera wg ICC 115/1 [8]; zdolność pochłaniania przez mąkę wybranych roztworów metodą Solvent Retention Capacity (SRC) [2].

W celu sprawdzenia wiarygodności wskaźników testu SRC i wyróżników wartości wypiekowej mąki oznaczonych metodami tradycyjnymi dokonano laboratoryjnego wypieku chlebów metodą jednofazową [9]. Oznaczano objętość pieczywa, wydajność oraz stratę wypiekową, chleby poddano także ocenie sensorycznej wg PN [13].

Wszystkie analizy przeprowadzono w trzech powtórzeniach. W celu stwierdzenia czy istnieją zależności pomiędzy poszczególnymi badanymi cechami wyliczono współczynniki korelacji Pearsona [21]. W interpretacji zależności zastosowano współczynnik korelacji wg Stanisza [20].

Wyniki i dyskusja

Wskaźniki wartości wypiekowej mąki otrzymanej z ziarna różnych odmian pszenicy charakteryzują się naturalną, dość znaczącą zmiennością, wywołaną zarówno czynnikami genetycznymi poszczególnych odmian, jak i przez warunki środowiskowe czy uprawy. Wyniki analiz badanych mąk zamieszczono w tab. 2.

Metody określenia wartości wypiekowej mąki wykorzystujące do tego celu jej skład chemiczny często różnią się między sobą. W celu dokładnego oznaczenia wartości badanych mąk określono ich wodochłonność. Jest ona głównie uzależniona od ilości i jakości glutenu oraz od stopnia uszkodzenia skrobi [12]. Mąki o dostatecznie dużej wodochłonności umożliwiają osiągnięcie wysokiej wydajności pieczywa oraz zwiększenie upieku, co z kolei prowadzi do lepszego wypieczenia chleba, dobrego wykształcenia skórki, a tym samym do uzyskania produktu smacznego, o dłuższej świeżości i mniejszej podatności na kruszenie się [12].

Spośród wszystkich przebadanych w tej pracy próbek najwyższe wartości testu SRC określono w mące z pszenicy 'Tonacja' (2005) oraz 'Symfonia' (test z wodą), natomiast najniższe w mące z pszenicy 'Nadobna' (test z wodą i sacharozą), 'Wydma' oraz typu 1050. Chleby przygotowane z mąki pszenicy odmiany 'Symfonia' wykazały najmniejszą objętość bochenków, a w ocenie sensorycznej przypisano im najmniej punktów.

Skrobia jest głównym zapasowym składnikiem ziarna zbóż, a zarazem otrzymanej z nich mąki. Jej hydroliza odgrywa znaczącą rolę podczas wypieku. Zawartość skrobi w badanym materiale mieściła się w zakresie od 67 % ('Koksa') do 89 % ('Lubella'), średnia zawartość wyniosła ponad 76 %.

Białko jest ważnym składnikiem mąki pszennej, ponieważ zawartość glutenu decyduje o wartości wypiekowej. Odpowiednia ilość substancji białkowych wpływa korzystnie na cechy fizyczne pieczywa, jak i jego wartość odżywczą. Zawartość białka zwiększa się wraz ze wzrostem wyciągu, gdyż najbogatsze w ten składnik są warstwy peryferyjne bielma z warstwą aleuronową [10]. Badania prowadzone przez Ralcewicz

i Knapowskiego [15] wskazały istnienie dodatniej korelacji między zawartością białka a objętością chlebów. W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono takiej zależności, co prawdopodobnie wiąże się z większym zróżnicowaniem badanych mąk pod względem zawartości białka. Innym ważnym wyróżnikiem wartości wypiekowej jest zawartość glutenu. Badane próbki charakteryzowały się zawartością glutenu w przedziale od 24 % ('Wydma', 2007) do 44 % ('Koksa'). Według Słowik [18] zawartość glutenu niezbędna do wypieku chleba, a oznaczona za pomocą aparatu Glutomatic nie powinna być mniejsza niż 27 %, co dyskwalifikuje niektóre mąki np. z ziarna pszenicy 'Zadra', 'Nadobna', handlowe typu 450 i typu 650 (choć spełniają wymagania normatywne), 'Lubella' (nieznacznie poniżej tej wartości) i 'Smoryń' oraz wspomnianą wcześniej odmianę 'Wydma' z roku 2007. W przeprowadzonych badaniach wykazano wysoką korelację między zawartością glutenu i białka oraz wysoką ujemną korelację między tą cechą a zawartością skrobi.

Uzupełnieniem analiz dotyczących zawartości białka i glutenu mokrego jest liczba sedimentacji, będąca wskaźnikiem jakości białek glutenowych. Bardzo dobre właściwości wypiekowe wykazują mąki o wskaźniku sedimentacyjnym Zeleney'ego powyżej 40 cm³, dobre 30 - 40 cm³, zadowalające 20 - 29 cm³, a niedostateczne poniżej 20 cm³ [19]. Żadnej z analizowanych mąk nie można określić jako niedostatecznej w tym aspekcie oceny jej jakości. Spośród wszystkich analizowanych mąk aż 8 można na tej podstawie zaklasyfikować jako bardzo dobre, połowa z nich to mąki pochodzące z roku 2007. Najwyższą wartość tego wskaźnika oznaczono w mące 'Lubella'.

Jednym ze wskaźników określających wartość technologiczną mąki jest liczba opadania (LO) określająca aktywność enzymów amylolitycznych odpowiedzialnych za hydrolizę skrobi obecnej w mące. Dobrą wartością wypiekową charakteryzuje się mąka pszenna, której LO zawiera się w przedziale 180 - 250 s. Niską aktywnością enzymatyczną charakteryzuje się mąka o liczbie opadania powyżej 300, wysoką zaś, gdy czas ten nie przekracza 200 s [18]. Zaledwie dwie mąki wśród badanych, tj. 'Tonacja' z roku 2005 i 'Wydma' z 2006 r. charakteryzowały się optymalną wartością tego wskaźnika. Niską aktywność wykazywała większość, bo aż 16 badanych prób. Wysoka liczba opadania wpływa na barwę skórki chleba, dzięki czemu staje się ona jaśniejsza. Według badań Sitkowskiej [17] mąka z 2006 roku otrzymana ze zbiorów przed opadami deszczu charakteryzowała się wyższą liczbą opadania, niż z lat poprzedzających, i wynosiła 350 - 430 s. Nie do końca znajduje to potwierdzenie w wynikach niniejszej pracy, gdyż dwie spośród trzech mąk pochodzących z pszenicy z roku 2005 ('Symfonia' i 'Fregata') charakteryzowały się wartościami tego wskaźnika przekraczającymi górny zakres przedziału, odpowiednio 544 i 442 s.

Tabela 2

Wyniki analiz badanych mąk pszennych i wypieczonych z nich chlebów.
Analysis results of wheat flours studied and of breads baked from them.

Odmiana Variety	Rok uprawy Year	SRC [g/100g]				WA [%]	LZ [cm ³]	LO [s]	Białko Protein [%]	Skrobia Starch [%]	WG [%]	Wydajność Yield [%]	Strata wypiekowa Baking loss [%]	Objętość chleba Bread Loaf volume [cm ³ /100g]	TS [-]
		H ₂ O	Sach	Na ₂ CO ₃	LA										
Fregata	2005	61,1	94,6	81,8	188,1	58,0	44,0	442	13,60	78,70	30,70	142,0	14,3	292,7	37
Symfonia	2005	67,9	92,8	85,2	128,9	61,0	22,0	544	12,60	77,20	32,20	145,0	13,9	240,6	32
Tonacja	2005	58,5	112,7	88,6	194,2	59,6	43,0	208	13,60	84,70	30,90	141,0	15,8	336,1	37
Koksa	2006	53,5	79,7	63,4	147,5	61,2	51,0	466	15,62	67,39	45,20	139,9	13,1	370,1	37
Cytra	2006	57,3	73,4	65,5	104,5	59,0	30,0	526	13,58	67,88	41,20	139,8	12,1	325,1	36
Nawra	2006	54,9	72,8	67,8	145,7	57,2	44,0	503	13,05	70,45	31,70	139,0	11,6	363,6	38
Zadra	2006	56,0	71,9	67,3	106,9	56,8	24,0	430	10,03	74,44	24,70	137,1	12,6	304,1	36
Tonacja	2006	53,6	81,1	80,6	130,2	55,6	23,0	349	11,34	71,90	36,10	139,4	13,0	326,8	38
Nadobna	2006	50,3	68,5	68,6	102,2	53,8	30,0	365	13,57	80,30	25,50	137,5	12,3	287,7	38
Bogatka	2006	53,0	71,6	67,2	125,2	57,7	37,0	362	12,08	75,24	33,70	139,6	13,1	320,7	38
Wydma	2006	51,5	69,6	60,7	136,9	56,8	36,0	416	11,57	73,06	28,80	136,8	13,8	331,3	36
typ 450	2006	55,1	76,5	78,2	123,7	62,2	28,0	397	9,80	77,98	26,00	143,6	13,3	346,2	36
typ 500	2006	52,3	70,5	67,4	99,0	59,0	26,0	290	10,56	74,34	28,40	142,2	12,4	359,5	37

typ 550	2006	61,6	77,2	71,3	116,1	67,2	30,0	420	11,40	78,63	30,30	149,5	12,9	318,2	35
typ 650	2006	52,7	72,0	69,1	94,2	58,8	31,0	302	10,64	76,62	25,00	139,5	13,8	353,4	35
typ 750	2006	57,1	75,9	69,0	91,5	60,0	29,0	340	12,43	71,64	31,60	140,3	14,0	304,4	39
typ 850	2006	56,0	74,0	69,0	77,7	65,2	24,0	371	11,91	73,43	31,80	144,9	13,9	303,1	39
typ 1050	2006	59,4	81,8	78,8	72,2	66,6	20,0	318	13,05	69,28	32,10	145,2	14,4	285,0	40
Lubella	2007	57,0	86,6	71,2	120,9	61,2	62,1	265	8,90	89,00	26,84	135,0	16,3	301,9	40
Smoryń	2007	57,9	86,6	74,0	111,9	61,5	56,5	260	8,78	79,13	25,40	134,2	16,9	290,5	40
Bogatka	2007	60,5	80,7	72,6	104,5	66,5	61,0	293	10,09	77,55	29,51	138,8	16,5	284,9	39
Wydma	2007	53,5	77,5	66,1	116,3	63,5	58,0	251	8,37	88,76	24,31	136,0	17,7	368,4	38

Sach – sacharoza / sucrose; LA – kwas mlekowy / lactic acid; WG – gluten mokry / wet gluten; WA– wodochłonność / water absorbability; LZ – liczba Zielonego / Zeleny number; LO – liczba opadania / falling number; TS – suma punktów oceny sensorycznej / total sensory evaluation score.

W celu prawidłowego przeprowadzenia przygotowania ciasta i wypieku pieczywa niezbędna jest znajomość wodochłonności mąki. Cecha ta określa ilość wody konieczną do uzyskania ciasta o konsystencji równej 500 j.B. Wskaźnik ten jest niezmiernie ważny, ponieważ determinuje wydajność ciasta i chleba, a tym samym decyduje o wyniku ekonomicznym piekarni [4]. Wodochłonność analizowanych mąk mieściła się w przedziale od 53,8 ('Nadobna' z roku 2006) do 67,2 (typ 650).

Pełną wiedzę o wartości wypiekowej badanych mąk uzyskuje się dopiero po przeprowadzeniu próbnego wypieku laboratoryjnego, a następnie określeniu podstawowych cech procesu, jak i jakości produktu finalnego (wydajność chleba, strata wypiekowa, objętość bochenków czy też ocena sensoryczna). Najniższą całkowitą ocenę uzyskał chleb wypieczony z mąki z pszenicy 'Tonacja' (z roku 2005), najwyższą liczbę punktów – chleb z mąk typu 1050, 'Lubella' i 'Smoryń', wartość średnia wyniosła ponad 37 pkt.

Z mąki pszennej 'Symfonia' (z 2005 roku) otrzymano chleby charakteryzujące się najmniejszą objętością wynoszącą 240,6 cm³/100 g, co znacznie odbiegało od wartości średniej 318 cm³/100 g. Średnia wydajność chleba z mąki wyniosła niewiele ponad 140 %, a strata wypiekowa niemal 14 %.

Dane dotyczące wartości poszczególnych współczynników korelacji Pearsona przedstawiono w tab. 3. Jak można zauważyć, przy tak różnorodnym materiale badawczym nie stwierdzono istotnej korelacji pomiędzy wskaźnikami testu SRC a technologicznymi wynikami oceny mąki oraz jakości pieczywa. W przypadku najważniejszego parametru określającego jakość pieczywa tzn. objętości, stwierdzono (według skali Stanisza [20]) wysoce istotną ($\alpha = 0,01$) ujemną korelację tej cechy z wartością SRC w przypadku zawartości wody. Ponadto, stwierdzono przeciętną, istotną ($\alpha = 0,05$), ujemną korelację objętości chleba z wartością SRC wobec węgla sodu.

W badaniu jakości pieczywa istotnym czynnikiem jest również ocena sensoryczna produktu finalnego. W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, że ogólna liczba punktów (tab. 2) uzyskana w tej ocenie była wysoko ujemnie ($\alpha = 0,01$) skorelowana z wartością liczby opadania oraz przeciętnie dodatnio ($\alpha = 0,05$) z wartością testu Zeleny'ego) Nie stwierdzono natomiast istotnej korelacji pomiędzy omawianą cechą, a wartościami testu SRC (tab. 3).

W przypadku mniej istotnych wskaźników technologicznych stwierdzono m.in. dodatnią korelację między wydajnością chleba a SRC wody i węgla sodu oraz ujemną korelację z wartością testu Zeleny'ego. Strata wypiekowa była skorelowana z wartością SRC sacharozy oraz wartością testu sedymentacji, zdolnością wiązania wody, skrobi oraz ogólną oceną sensoryczną. Ujemnie była natomiast skorelowana z: zawartością białek i glutenu oraz liczbą opadania (tab. 3).

Tabela 3

Wartości współczynników korelacji Pearsona.
Coefficient values of Pearson correlation.

Wskaźniki Indices	SRC				WA	LZ	LO	Białko Protein	Skrobia Starch	WG	Y	BL	LV	TS
	H ₂ O	Sach	Na ₂ CO ₃	LA										
H ₂ O	1,000													
Sach	0,598***	1,000												
Na ₂ CO ₃	0,625***	0,817***	1,000											
LA	0,146	0,640***	0,401*	1,000										
WA	0,497**	0,165	0,128	-0,329	1,000									
LZ	-0,018	0,278	-0,136	0,347	0,172	1,000								
LO	0,248	-0,248	-0,146	0,119	-0,205	-0,369*	1,000							
Białko/protein	0,076	0,153	0,092	0,325	-0,229	-0,287	0,511**	1,000						
Skrobia/starch	0,097	0,413	0,272	0,246	0,115	0,510**	-0,574***	-0,551***	1,000					
WG	0,098	0,074	-0,055	0,187	0,005	-0,100	0,490**	0,723***	-0,646***	1,000				
Y	0,477**	0,107	0,361*	-0,085	0,479**	-0,589***	0,315	0,357	-0,272	0,254	1,000			
BL	0,251	0,503**	0,250	0,074	0,462**	0,681***	-0,674***	-0,523**	0,677***	-0,369*	-0,355	1,000		
LV	-0,658***	-0,274	-0,433**	0,187	-0,149	0,171	-0,122	-0,020	-0,080	0,126	-0,157	-0,175	1,000	
TS	-0,287	-0,030	-0,130	-0,240	0,164	0,414**	-0,570***	-0,187	0,085	-0,075	-0,394*	0,393*	0,000	1,000

Sach. – sacharoza / sucrose; LA – kwas mlekowy / lactic acid; WG – mokry gluten / wet gluten; WA– wodochłonność / water absorbability; LZ – wskaźnik Zeleny'ego / Zeleny number; LO – liczba opadania / Falling number; TS – suma punktów / total score; LV – objętość chleba / bread loaf volume; Y – wydajność / yield; BL – strata wypiekowa / baking loss;

*wartość istotna przy poziomie istotności $\alpha=0,1$ / statistically significant value at $\alpha = 0.1$;

**wartość istotna przy poziomie istotności $\alpha=0,05$ / statistically significant value at $\alpha = 0.05$;

***wartość istotna przy poziomie istotności $\alpha=0,01$ / statistically significant value at $\alpha = 0.01$.

Podział materiału badawczego na dwie grupy: mąki komercyjne oraz mąki z przemiału laboratoryjnego umożliwił obliczenie innych korelacji. W przypadku wypieków z mąk handlowych, przy niższym poziomie istotności ($\alpha = 0,05$), stwierdzono korelacje między wartością testu z sacharozą a ogólną oceną sensoryczną, objętością chleba (ujemną) oraz stratą wypiekową, ale jedynie ta ostatnia była istotna przy wyższym poziomie istotności. Z kolei w przypadku mąk z przemiału laboratoryjnego nie uzyskano korelacji między wskaźnikami testu SRC a stratą wypiekową. W przypadku tych mąk przy niższym poziomie istotności ($\alpha = 0,05$) wystąpiły korelacje między wartościami testu SRC z wodą a całkowitą oceną sensoryczną (ujemna), objętością chleba (ujemna) oraz wydajnością. Wydajność przy tym poziomie istotności była też skorelowana z wartością testu z sacharozą oraz węglanem sodu. Przy wyższym poziomie istotności znaczące okazały się tylko korelacje pomiędzy wydajnością chleba a wartościami testu z wodą i węglanem sodu.

Przeprowadzona analiza wykazała, że jedynie objętość chlebów była skorelowana z wartościami testu SRC (tab. 3). Ponadto mniej istotne korelacje wystąpiły w przypadku wartości tego testu a wydajnością chleba.

Reasumując, można stwierdzić, że niniejsze badania wykazały umiarkowaną przydatność testu SRC do przewidywania jakości pieczywa otrzymanego z badanej mąki, oraz niewielkie powiązanie z parametrami tradycyjnej oceny wartości wypiekowej mąk pszennych (test Zeleny'ego, liczba opadania).

Wnioski

1. Nie stwierdzono istotnej korelacji pomiędzy poszczególnymi wskaźnikami testu SRC a wynikami technologicznej oceny mąk pszennych i jakości chleba.
2. Ogólna liczba punktów uzyskana w ocenie sensorycznej chleba była wysoko ujemnie skorelowana z wartością liczby opadania ($r = -0,57$) oraz przeciętnie (dodatnio) z wartością testu Zeleny'ego ($r = 0,41$). Najwyższą całkowitą ocenę uzyskało pieczywo przygotowane z mąk handlowych.
3. Stwierdzono istotną dodatnią korelację między wydajnością chleba a SRC wody ($r = 0,48$) i węglanu sodu ($r = 0,36$) oraz ujemną z wartością testu Zeleny'ego ($r = -0,59$).
4. Strata wypiekowa była skorelowana z wartością SRC sacharozy ($r = 0,50$), testu sedymentacji ($r = 0,68$), liczbą opadania ($r = 0,67$), zawartością skrobi ($r = 0,68$), zdolnością wiązania wody ($r = 0,46$) oraz ogólną sensoryczną oceną chleba ($r = 0,39$).
5. Przeprowadzone badania wykazały umiarkowaną przydatność testu SRC do określenia jakości pieczywa oraz niewielkie powiązanie z parametrami tradycyjnej oceny wartości wypiekowej mąk pszennych.

Literatura

- [1] AOAC, Official Methods of Analysis, 15th ed., Washington, DC, 1990.
- [2] Gaines, C.S.: Collaborative study of methods for solvent retention capacity profiles (AACC Methods 56-11). *Cereal Foods World*, 2000, **45**, 303-306.
- [3] Gaines C.S.: Prediction of sugar-snap cookie diameter using sucrose solvent retention capacity, milling softness, and flour protein content. *Cereal Chem.* 2004, **81**, 549-552.
- [4] Gąsiorowski H. (pod red.): *Pszenica. Chemia i technologia*. PWRiL, Warszawa 2005.
- [5] Guttieri M.J., Bowen D., Gannon D., O'Brien K., Souza, E.: Solvent retention capacities of irrigated soft white spring wheat flours. *Crop Sci.* 2001, **41**, 1054-1061.
- [6] Guttieri M., McLean R., Lanning S., Talbert L., Souza E.: Assessing environmental influences on solvent retention capacities of two soft white spring wheat cultivars. *Cereal Chem.* 2002, **79**, 880-884.
- [7] Guttieri M.J., Souza E.J.: Sources of variation in the solvent retention capacity test of wheat flour. *Crop Sci.* 2003, **43**, 1628-1633.
- [8] ICC Standards: Standard Methods of the International Association for Cereal Science and Technology (ICC). Vienna, Austria, 1995.
- [9] Jakubczyk T., Haber T.: *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Wyd. SGGW, Warszawa 1983.
- [10] Jurga R.: Mechaniczne uszkodzenia skrobi w mące pszennej szansą na zwiększenie jej wodochłonności. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2003, **4**, 5-7.
- [11] Roccia P., Moiraghi M., Ribotta P.D., Pérez G.T., Rubiolo O.J., León A.E.: Use of solvent retention capacity profile to predict the quality of triticale flours. *Cereal Chem.* 2006, **83**, 243-249.
- [12] Piesiewicz H.: Specyfika polskiego pieczywa na tle Europy. *Przegl. Piek. Cuk.*, 1998, **10**, 10-12.
- [13] PN-A-74108:1996. *Pieczywo. Metody badań*.
- [14] PN-ISO 5529:1998. *Pszenica. Oznaczanie wskaźnika sedymentacyjnego. Test Zeleny'ego*.
- [15] Ralcewicz M., Knapowski T.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na wysokość plonu i wartość technologiczną pszenicy jarej. *Annales UMCS, Sec. E*, 2004, **59**, 969-978.
- [16] Ram S., Singh R.P.: Solvent retention capacities of Indian wheats and their relationship with cookie-making quality. *Cereal Chem.* 2003, **81**, 128-133.
- [17] Sitkowska E.: Mąka ze zbiorów 2006. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2006, **10**, 8-9.
- [18] Słowik E.: Ocena jakości mąki. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2006, **11**, 14-18.
- [19] Słowik E.: Powstawanie ciasta pszennego i rola mieszenia w tym procesie. *Przegl. Piek. Cuk.* 2006, **4**, 4-7.
- [20] Stanisław A.: *Przystępny kurs statystyki*. Wyd. StatSoft Polska. Kraków 1998.
- [21] Zieliński R.: *Tablice statystyczne*. PWN, Warszawa 1972.

APPLYING SOLVENT RETENTION CAPACITY METHOD (SRC) TO EVALUATE TECHNOLOGICAL QUALITY OF WHEAT FLOURS

Summary

The properties of wheat grain determine the processing lines, choice of parameters, course of technological process, and this, in turn, determines the quality of bread. From the point of view of the production scale, it is essential to develop a method to enable a quick and accurate quality evaluation of flour produced from a particular grain. A Solvent Retention Capacity (SRC) test can be one of the methods applied to assess technological usability of flour. In this method, the capacity of flour was utilized to retain aque-

ous solutions: Na₂CO₃, sucrose, lactic acid, and water owing to the presence of damaged starch granules, the presence and quality of pentosans, gluten, and other components.

The objective of this research performed was to compare the technological properties of wheat flours obtained using standard analytical methods and the relevant results obtained using SRC. The research material was selected so as to have a possibly wide assortment of wheat flours that were analyzed during a period from 2005 to 2007. The results obtained through SRC and the quality parameters of the flours analyzed and of the breads baked from them were compared and statistically elaborated. A significant negative correlation was found between the value of water absorption (SRC test) and the volumes of bread loaves. It was proved that the quality of breads made from the flours analyzed could be predicted on the basis of SRC test only within a small range and that the SRC test is moderately related with the indicators used to evaluate the baking value of wheat flours in a traditional way.

Key words: SRC test, wheat, wheat flour, technological value, and quality ☒