

Wpływ sposobu realizacji wypieku końcowego na jakość pieczywa uzyskanego metodą odroczonego wypieku z kęsów zapieczonych

Streszczenie

W artykule przedstawiono badania porównawcze przeprowadzone na pieczywie otrzymanym metodą odroczonego wypieku z kęsów wstępnie zapieczonych. Wypiek końcowy przeprowadzono na kęsach zamrożonych (wypiek bezpośredni) i kęsach poddanych rozmrożeniu. Materiałem badawczym były bochenki chleba mieszanego, otrzymane z mąki pszennej i mąki żytniej w stosunku 80:20. Badane pieczywo poddano ocenie punktowej. Przedstawione wyniki badań wskazują, że sposób realizacji wypieku końcowego nie wpływa na jakość otrzymanego pieczywa.

Słowa kluczowe: chleb, odroczonego wypiek, zamrażanie, rozmrażanie, ocena punktowa, jakość

The influence of the method of the final baking on the quality of bread obtained by differed baking from partly-baked billets

Summary

The article presents comparative tests carried out on bread obtained by the method of deferred baking from partly-baked billets. The final baking was carried out on frozen billets (direct bake) and thawed billets. The research material was loaves of mixed bread, obtained from wheat flour and rye flour in a ratio of 80:20. The examined bread was subjected to a point evaluation. The presented research results show that the method of the final baking does not affect the quality of the obtained bread.

Key words: bread, deferred baking, freezing, thawing, sensory evaluation, quality

S – strata wypiekowa całkowita [%]

a – masa ciasta uformowanego do wypieku [g]

b – masa pieczywa ochłodzonego [g]

σ – odchylenie standardowe

$t_{\alpha, n}$ – współczynnik rozkładu t -Studenta (dla $\alpha = 0,05$ i n)

n – ilość pomiarów

Wprowadzenie

Pieczywo jest jednym z podstawowych produktów żywnościowych spożywanych w Polsce i na świecie. Według Instytutu Polskie Pieczywo przeciętny Polak zjada około 50 kg pieczywa rocznie (www.polskiepieczywo.pl). Problemem, z którym boryka się wiele piekarni jest fakt, iż pieczywo jest produktem o krótkim okresie trwałości, któremu winny jest proces czerstwienia. Przyczyny tego procesu są bardzo skomplikowane i obecnie nie są całkowicie poznane. W dużej mierze za ten proces odpowiedzialna jest retrogradacja skrobi znajdującej się w mące, która polega na zwiększeniu uporządkowania przestrzennego jej łańcuchów. Wskutek przybliżania się ich do siebie następuje wypchnięcie wody, w wyniku czego chleb czerstwieje (Marzec i in., 2007; Cauvain, 2014; Gawęcki i in., 2008).

W ostatnim czasie zaobserwowano znaczące zmiany w przemyśle piekarskim. Głównym tego powodem jest wzrost zapotrzebowania konsumentów na świeże pieczywo o każdej porze dnia, każdego dnia tygodnia. Naprzeciw tym zapotrzebowaniom wychodzi coraz bardziej rozwijająca się technika chłodnicza. Według badań głębokie zamrażanie pieczywa pozwala zachować jego cechy organoleptyczne i fizykochemiczne (Ocietzek i in., 2016; Ruciński, 2016; Kwasińska-Karolak i Krala, 2016).

Ważnym aspektem w piekarnictwie jest zapewnienie ciągłości produkcji pieczywa w dni wolne od pracy. W celu rozwiązania tego problemu niektóre piekarnie wprowadziły technologię odroczonego wypieku. Uzyskane w standardowym procesie produkcyjnym półprodukty piekarskie, doprowadza się do stanu głębokiego zamrożenia. Piekarnie, supermarkety czy klient indywidualny może dowolnie kończyć proces produkcji, wypiekając zamrożone ciasto w dowolnym miejscu i czasie. Uwarunkowane to jest posiadaniem odpowiednich urządzeń chłodniczych i pieca lub piekarnika do wypieku (Reineke, 2001). Wraz z rozwojem konstrukcji urządzeń zamrażalniczych odroczonego wypieku znajduje coraz większe zastosowanie w produkcji pieczywa (Rosell i Gomez, 2007; Gruda i Postolski, 1999). Pieczywo produkowane tym sposobem występuje na przykład w sieciach sklepów Lidl i Biedronka.

Zamrażanie ciasta surowego lub podpieczonego jest technologią znaną już od lat 50-tych zeszłego stulecia (Sobczyk, 2006; Hombach, 2001), lecz dopiero w ostatnim czasie obserwuje się jej dynamiczny rozwój. Istnieje jednak wiele nie do końca rozwiązanych problemów. Należą do nich m.in. znalezienie optymalnych warunków schładzania, zamrażania, przechowywania i rozmrażania kęsów ciasta (Lösche, 2015; Huber, 2014).

Metoda odroczonego wypieku (OWP) może być przeprowadzona na trzy zasadnicze sposoby mrożenia: kęsów ciasta bezpośrednio po uformowaniu bez fermentacji, kęsów ciasta po fermentacji oraz kęsów podpieczonych po uprzednim rozroście (Ambroziak i in., 2001; Hombach, 2001; Bazior, 1998).

W przypadku sposobu mrożenia kęsów zapieczonych ważnym parametrem technologicznym metody odroczonego wypieku jest czas wstępnego zapiekania kęsów. Czas ten zależy od rodzaju ciasta, masy kęsów, sposobu ich wypieku (w formach lub bez form) oraz typu pieca piekarniczego. Z uwagi na wyżej wymienione uwarunkowania czas ten należy określić eksperymentalnie. Po tym czasie pieczywo powinno się charakteryzować prawidłowo wytworzoną strukturą miękiszu, która nie ulega już zmianom podczas wypieku końcowego, a skórka nie powinna być zarumieniona (Reineke, 2001). W systemie odroczonego wypieku, gdzie zamrażane są kęsy zapieczone, ciekawym zagadnieniem badawczym jest sprawdzenie czy rozmrażanie kęsów przed wypiekami końcowymi ma wpływ na jakość uzyskanego pieczywa.

Cel badań

Celem pracy było przeprowadzenie badań porównawczych pod względem cech jakościowych pieczywa otrzymanego metodą odroczonego wypieku z kęsów zapieczonych. Końcowemu wypiekowi poddane było pieczywo wstępnie rozmrożone i nierozmrożone (tzw. wypiek bezpośredni). Ponadto w obu przypadkach określona została strata wypiekowa, całkowita.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły bochenki chleba mieszanego – 80% mąka pszenna, 20% mąka żytnia, prowadzonego na rozczywie drożdżowym (Reński, 2008; Lubczyńska i Kownacki, 2001; PN - 93/A - 74103), wypieczonego metodą odroczonego wypieku z kęsów wstępnie zapieczonych. Ciasto na 10 chlebów, wykonano według następującej receptury: 1920 g mąki pszennej typ 750, 480 g mąki żytniej typ 720 oraz dodatkowo 72 g prasowanych drożdży piekarskich, 36 g jodowanej soli kuchennej i 1440 ml wody, zgodnie z przyjętymi wyżej proporcjami. Mąki wykorzystane do sporządzenia ciasta chlebowego spełniały wymagania norm: PN-A-74022:2003 oraz PN-A-74032:2002. Surowcami pomocniczymi były drożdże i sól, które spełniały wymagania odpowiednich norm: PN-A-79002:1998, PN-C-84081:1998. Jakość wody użytej do wytworzenia ciasta odpowiadała jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia (Dz.U.07.61.417).

Miesienie ciasta wykonano w wieloczynnościowej maszynie kuchennej NMK 110 (Spomasz Nakło, Polska) z przystawką do zagniatania ciasta MKK-25 (mieszadło hakowe) przez 3 minuty, przy obrotach mieszadła 135 obr·min⁻¹. Rozrost ciasta (garowanie) przeprowadzono w komorze fermentacyjnej (typ PEP-143, ZBPP Bydgoszcz, Polska) przez 60 minut, z przebijaniem po 30 minutach, w temperaturze 32°C i wilgotności względnej 75%-80%. Z otrzymanego ciasta uformowano 10 kęsów o masie jednostkowej 300g ± 2g i umieszczono w foremkach do chleba o wymiarach 100×72×80 mm, a następnie poddawano fermentacji końcowej (temperatura 32°C, wilgotność względna powietrza 75%-80%). Zapiekanie kę-

sów przeprowadzono w laboratoryjnym piecu piekarniczym (typ PEP-143, ZBPP Bydgoszcz, Polska) w temperaturze 225°C z wstępnym zaparowaniem komory. Czas zapiekania określono eksperymentalnie. Dla przygotowanych jak wyżej kęsów i warunków wypieku, czas ten wyniósł 10 minut. Zapieczone kęsy zamrożono w zamrażarce sztokowej (TECNODOM, Model AT 05ISO, Włochy) w warunkach konwekcji wymuszonej do temperatury -25°C, a następnie przechowywano w komorze zamrażalniczej (w warunkach konwekcji swobodnej) w tej samej temperaturze przez 7 dni.

Przed wypiekami końcowymi zamrożone bochenki zapieczonego chleba (10 szt.) podzielono na dwie partie (po 5 szt.). Jedną partię poddano wypiekowi bezpośredniemu. Drugą partię poddano procesowi rozmrażania w powietrzu (temperatura powietrza 20°C, czas 10 h) i po rozmrożeniu poddano wypiekowi końcowemu.

Wypiek końcowy przeprowadzono w laboratoryjnym piecu piekarniczym (typ PEP-143, ZBPP Bydgoszcz, Polska) w temperaturze 225°C, przez 15 min. Łączny czas zapiekania i wypieku końcowego wyniósł 25 minut.

Badania porównawcze przeprowadzono w oparciu o ocenę punktową pieczywa zgodnie z normą PN - A - 74108:1996. Ocena punktowa pieczywa obejmowała ocenę organoleptyczną z jednoczesnym uwzględnieniem punktów za wskaźniki fizykochemiczne. W ocenie tej do wskaźników fizykochemicznych zalicza się: objętość, wilgotność i kwasowość. Wymienione wskaźniki porównano z wymaganiami dotyczącymi pieczywa mieszanego zawartymi w normie PN - 93/A - 74103. Objętość pieczywa określono przy pomocy aparatu Sa-Wy (ZBPP Bydgoszcz, Polska). Uzyskane wyniki objętości przeliczono na 100 g chleba. Wilgotność pieczywa określono przy pomocy wagosuszarki (typu MAC 50, Radwag, Polska). Kwasowość oznaczono metodą odwoławczą, zgodnie z PN - A - 74108:1996. Na podstawie liczby punktów uzyskanych z oceny punktowej określono poziom jakości pieczywa zgodnie z tabelą 1.

Tabela 1. Poziomy jakości pieczywa wg PN - A - 74108:1996

Table 1. The quality of the bread by PN - A - 74108:1996

Poziom jakości pieczywa; The quality of the bread	Liczba punktów; Points
I	40 ÷ 36
II	35 ÷ 31
III	30 ÷ 26
IV	25 ÷ 8

Pieczywo, które uzyskało poniżej 8 punktów, należy zdyskwalifikować.

The bread, which received less than 8 points, should be disqualified.

Oznaczenie kwasowości i objętości pieczywa wykonano w dziesięciu powtórzeniach (po dwa oznaczenia dla każdego bochenka). Pozostałe analizy wykonano w pięciu powtórzeniach (po jednym oznaczeniu dla każdego bochenka).

Jak w każdym procesie termicznym, podczas wypieku następuje ubytek masy kęsów ciasta. Ubytek ten określany jest jako całkowita strata wypiekowa. Wartość tę wyrażono za pomocą równania 1 (Iwański i in., 2009):

$$S = \frac{(a-b) \cdot 100\%}{a} \quad (1)$$

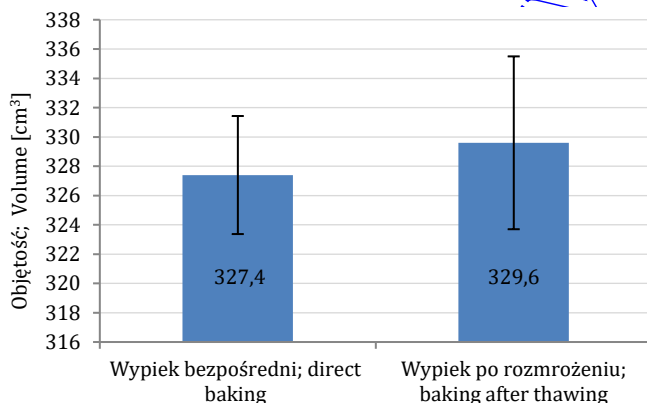
Dla wszystkich oznaczeń wyliczono precyzję pomiaru z przedziału ufności wyznaczonego na podstawie teorii estymacji przedziałowej z wykorzystaniem rozkładu *t*-Studenta dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$, według równania 2 (Ostasiewicz i in., 2001). Obliczoną precyzję pomiaru przedstawiono graficznie na wykresach. Statystyczne opracowanie wyników badań przeprowadzono przy użyciu programu Excel 2007.

$$\Delta = \pm \left(t_{\alpha, n} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) \quad (2)$$

Wyniki i dyskusja

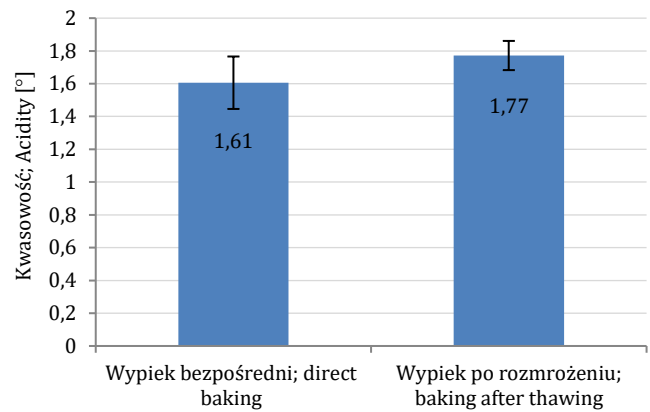
W skład badań fizykochemicznych wchodzi: oznaczenia objętości, kwasowości i wilgotności. Na wykresach przedstawionych na rysunkach 1, 2, i 3 zamieszczono wyniki tych badań. Na rysunku 1 przedstawiono wyniki oznaczenia objętości badanych chlebów. Średnia objętość pieczywa otrzymanego podczas wypieku bezpośredniego była mniejsza niż średnia objętość próbek otrzymanych po wypieku z wcześniejszym rozmrożeniem. Analizując słupki błędów można stwierdzić, że objętości wypieczonych chlebów nie różniły się między sobą pod względem statystycznym. Większa objętość chlebów otrzymanych w wyniku wypieku po rozmrożeniu była spowodowana wznowioną fermentacją alkoholową i mlekową w czasie dziesięciogodzinnego rozmrażania. Wartości objętości pieczywa były zgodne z normą PN-A-74103:1993.

Na rysunku 2 przedstawiono średnią wartość kwasowości badanych chlebów. Co do wartości średniej kwasowość pieczywa otrzymanego z wypieku bezpośredniego była nieco niższa niż kwasowość pieczywa otrzymanego z kęsów rozmrożonych. Pod względem statystycznym wartości te nie różniły się. Badana kwasowość mieściła się w zakresie wytycznych normatywnych dla pieczywa mieszanego PN-A-74103:1993.



Rys. 1. Wartość średnia objętości pieczywa otrzymanego z wypieku bezpośredniego i wypieku po rozmrożeniu

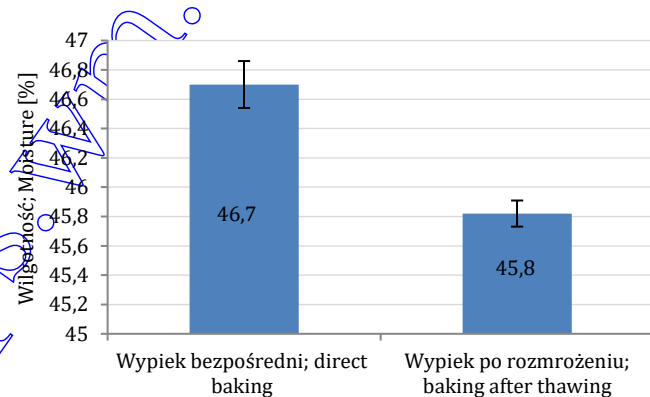
Fig.1. Average value of bread volume obtained from direct baking and baking after thawing



Rys. 2. Wartość średnia kwasowości pieczywa otrzymanego z wypieku: bezpośredniego i po rozmrożeniu

Fig. 2. The average value of acidity of bread obtained from direct baking and baking after thawing

Średnia wilgotność pieczywa (rys. 3) otrzymanego z wypieku bezpośredniego była wyższa niż średnia wilgotność pieczywa otrzymanego z wypieku z rozmrożeniem. Spowodowane to było odparowaniem części wody w czasie rozmrażania. Pomimo tej różnicy obie wartości mieściły się w normie.



Rys. 3. Wartość średnia wilgotności pieczywa otrzymanego z wypieku: bezpośredniego i po rozmrożeniu

Fig. 3. The average value of moisture of bread obtained from direct baking and baking after thawing

W tabeli 2 przedstawiono wyniki badań wchodzących w skład oceny punktowej, na podstawie których określono poziom jakości badanych bochenków.

Na niższą ocenę punktową (rys. 4) pieczywa wpływ miała ocena sensoryczna. Nieznacznie lepsze wyniki uzyskano dla pieczywa otrzymanego metodą bezpośredniego wypieku – z pięciu wypieczonych próbek, cztery zakwalifikowano do pieczywa klasy I a jedną do klasy II. W przypadku pieczywa otrzymanego z kęsów rozmrażanych z pięciu wypieczonych próbek, tylko dwie zakwalifikowano do klasy I a trzy do klasy II. Przyczyną zakwalifikowania badanych bochenków do klasy II było nierównomierne wybarwienie skórki i nieznacznie mniejsza elastyczność miękkiszu.

Tabela 2. Punktowa ocena jakości pieczywa (PN-A-74108:1996)

Table 2. Scoring of bread (PN-A-74108:1996)

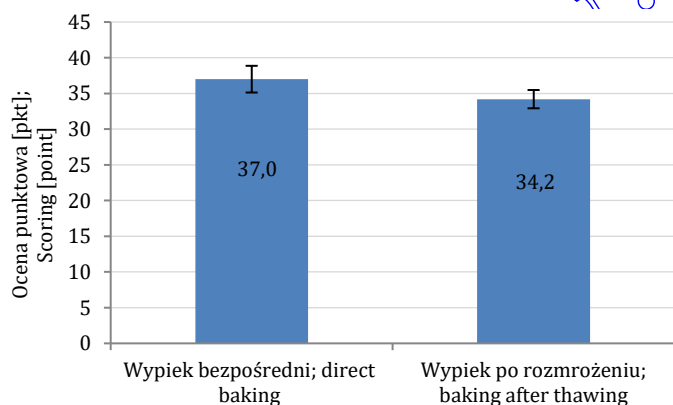
Parametr/ Numer próbki Parameter/ The sample number	Wypiek bezpośredni; Direct baking					Wypiek po rozmrożeniu; Baking after thawing				
	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
Objętość; Volume [cm ³]	321	326	336	329	325	327	325	336	340	320
Ilość punktów; Points	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Kwasowość [° kwasowości]; Acidity [degrees of acidity]	1,71	1,70	1,68	1,52	1,42	1,80	1,87	1,73	1,78	1,68
Ilość punktów; Points	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Wilgotność; Moisture [%]	46,3	47,3	46,7	47,0	46,2	45,5	45,5	46,6	45,4	46,1
Ilość punktów; Points	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Razem; Sum	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Ocena sensoryczna; Sensory evaluation	28	27	30	29	31	24	27	28	24	28
Suma punktów; Sum of points	36	35	38	37	39	32	35	36	32	36
Poziom jakości pieczywa; The quality of the bread	I	II	I	I	I	II	II	I	II	I
Wynik średni; Average result	37,00					34,20				
Odchylenie standardowe; Standard deviation	1,58					2,05				
Precyzja pomiaru; Precision of the measurement	1,96					2,54				

Na niższą ocenę punktową (rys. 4) pieczywa wpływ miała ocena sensoryczna. Nieznacznie lepsze wyniki uzyskano dla pieczywa otrzymanego metodą bezpośredniego wypieku – z pięciu wypieczonych próbek, cztery zakwalifikowano do pieczywa klasy I a jedną do klasy II. W przypadku pieczywa otrzymanego z kęsów rozmrażanych z pięciu wypieczonych próbek, tylko dwie zakwalifikowano do klasy I a trzy do klasy II. Przyczyną zakwalifikowania badanych bochenków do klasy II było nierównomierne wybarwienie skórki i nieznacznie mniejsza elastyczność miękiszu.

329,6 cm³/100g pieczywa). Kwasowość chleba natomiast w w artykule była wyższa niż w badaniach własnych (rys. 1). Wilgotność miękiszu u Ambroziaka wynosiła 44,7% i była nieco niższa niż w badaniach własnych (rys. 3). Różnice we wskaźnikach fizykochemicznych porównywanych badań spowodowane były innym składem użytych mąk. W przytoczonym artykule dokonano również oceny organoleptycznej opisowej, z której wynika, że uzyskane pieczywo było płaskie, o słabo skoloryzowanej skórce i zbitym, wilgotnym miękiszu. Chleby uzyskane w badaniach własnych charakteryzowały się dużo lepszymi wskaźnikami organoleptycznymi – wygląd zewnętrzny był prawidłowy, skórka o odpowiednim zabarwieniu a miększość o prawidłowej porowatości i wilgotności, co skutkowało wysoką oceną punktową (rys. 4, tabela 2).

Ambroziak podaje również, że wykonał próby dopiekania bułek rozmrożonych w temperaturze pokojowej, jak i zamrożonych bez procesu rozmrażania. Nie przedstawiono jednak żadnych wyników z przeprowadzonych prób, co podkreśla istotność badań przedstawionych w naszym artykule.

W tabeli 3 zestawiono masy badanych bochenków na poszczególnych etapach produkcji. Biorąc pod uwagę masy kęsów ciasta surowego przeznaczonych do wypieku i masy uzyskanych chlebów (zimnych) obliczono stratę wypiekową całkowitą. Porównanie średnich wartości straty wypiekowej całkowitej badanych bochenków przedstawiono na wykresie 5. Co do wartości średniej większą stratą wypiekową całkowitą charakteryzowało się pieczywo wypieczone po rozmrożeniu (15,5%) w porównaniu do pieczywa wypieczonego bezpośrednio (13,4%). Różnica ta spowodowana była prawdopodobnie odparowaniem wilgoci w czasie dziesięciogodzinnego procesu rozmrażania. Różnica ta nie jest jednak istotna statystycznie.



Rys. 4. Średnia ocena punktowa pieczywa otrzymanego z wypieku: bezpośredniego i po rozmrożeniu

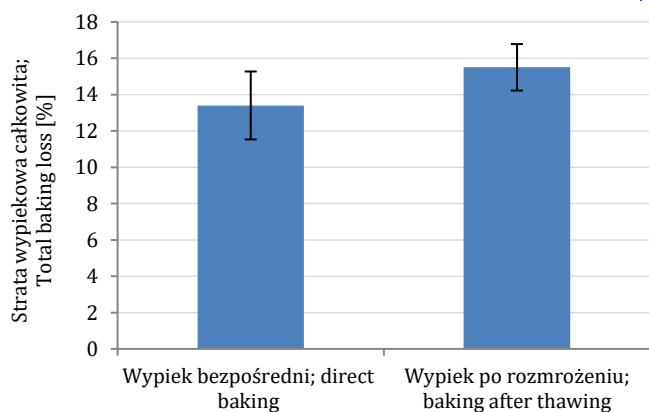
Fig. 4. Average point score of bread obtained from baking: direct and after thawing

Podobne badania przedstawiono w artykule (Ambroziak i in., 2001) na zapieczonych 400-gramowych kęsach chleba otrzymanego metodą odroczonego wypieku (OWP) z ciasta mieszanego z udziałem mąki żytniej typ 720 i mąki pszennej typ 850 w stosunku 1:1. Objętość pieczywa w cytowanym artykule była znacznie mniejsza (202 cm³/100g pieczywa) w odniesieniu do badań własnych (średnio 327,4-

Tabela 3. Masy kęsów pieczywa i ich całkowite straty wypiekowe

Table 3. The masses of individual bread slices and their total baking loss

Numer próbki/Etap produkcji; Sample number/ Production stage	Masa wyjściowa; Mass of raw dough [g]	Masa po zapieczeniu; Mass after pre-baking [g]	Masa po zamrożeniu/ rozrożeniu; Mass after freezing/thawing [g]	Masa po wypieku końcowym (gorące); Mass after final baking (hot) [g]	Masa po wypieku końco- wym (wystudzone); Mass after final baking (cold) [g]	Strata wypiekowa całkowita Total baking loss [%]
Wypiek bezpośredni; Direct baking						
1.	298	286	282	270	264	11,4
2.	298	287	285	271	254	14,8
3.	298	286	274	270	254	14,8
4.	300	283	282	269	259	13,7
5.	300	284	282	273	263	12,3
Wynik średni; Average result						13,4
Odchylenie standardowe; Standard deviation						1,51
Precyzja pomiaru; Precision of the measurement						1,87
Wypiek po rozmrożeniu; Baking after thawing						
1.	299	285	282	276	252	15,7
2.	298	284	284	274	254	14,8
3.	300	283	273	266	252	16,0
4.	300	284	281	272	249	17,0
5.	301	283	282	276	259	14,0
Wynik średni; Average result						15,5
Odchylenie standardowe; Standard deviation						1,03
Precyzja pomiaru; Precision of the measurement						1,28



Rys. 5. Strata wypiekowa całkowita pieczywa otrzymanego z wypieku: bezpośredniego i po rozmrożeniu

Fig. 5. Total baking loss of bread obtained from baking: direct and after thawing

Na podstawie przeglądu literatury i przeprowadzonych badań można stwierdzić, że wypiek bezpośredni jest metodą znacznie szybszą, oszczędzającą czas producentów i odbiorców. Warunkiem jest jednak zachowanie łańcucha chłodniczego na każdym etapie produkcji, począwszy od zamrożenia półproduktów aż do wypieku końcowego (Postolski, 2006; Gruda, Postolski 1999). Rozmrażanie kęsów chleba przed wypiekiem jest procesem czasochłonnym i wymaga odpowiednich warunków zewnętrznych, głównie pomieszczeń zapewniających wysokie standardy higienicz-

ne związane z bezpieczeństwem mikrobiologicznym. Proces ten wiąże się z dodatkowymi kosztami inwestycyjnymi, a jakość pieczywa nie jest lepsza niż przy wypieku bezpośrednim (tabela 2).

Podsumowanie

Wypiek końcowy przeprowadzony na kęsach zamrożonych (wypiek bezpośredni) i kęsach poddanych rozmrożeniu nie wpłynął na objętość i kwasowość badanych chlebów.

Średnia wilgotność pieczywa otrzymanego z wypieku bezpośredniego była wyższa niż średnia wilgotność pieczywa otrzymanego z wypieku z rozmrożeniem. Spowodowane to było odparowaniem części wody w czasie rozmrażania. W obu przypadkach wartości wilgotności mieściły się w normie.

Nieznacznie wyższą ocenę punktową, będącą sumą punktów uzyskanych z oceny sensorycznej i za wyróżniki fizykochemiczne, uzyskało pieczywo otrzymane metodą bezpośredniego wypieku. Z pięciu wypieczonych bezpośrednio chlebów, cztery zakwalifikowano do pieczywa klasy I a jedną do klasy II. W przypadku pieczywa otrzymanego z kęsów rozmrażanych z pięciu wypieczonych próbek, tylko dwie zakwalifikowano do klasy I a trzy do klasy II (PN-A-74108:1996).

Przedstawione wyniki badań wykazują, że sposób realizacji wypieku końcowego nie wpływa na jakość otrzymanego pieczywa.

Bibliografia

- Ambroziak, Z., Neryng, A., Piesiewicz, H., Staszewska, E., Janik, M., Wasiluk, M. (2001). Optymalizacja procesu odroczonego wypieku pieczywa żytniego i mieszanego. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 1, 2-6.
- Bazior, A. (1998). Pieczywo zapieczone-oszczędna i wygodna alternatywa produkcji piekarskiej. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 9, 13.
- Cauvainm, S.P. (2014). *Bakery Products Science and Technology*, Second Edition. Frozen Dough and Par-baked Products. 523-537. John Wiley & Sons, Ltd. Print ISBN: 9781119967156, Online ISBN: 9781118792001, [doi: 10.1002/9781118792001](https://doi.org/10.1002/9781118792001).
- Gawęcki, J., Mossor – Pietraszewska, T. (2006). *Kompendium wiedzy o żywności, żywieniu i zdrowiu*. Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa. ISBN 83-01-14254-5.
- Gruda, Z., Postolski, J. (1999). *Zamrażanie żywności*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa. ISBN 82-204-2332-5.
- Hombach, M. (2001). Wprowadzenie techniki mrożenia do piekarni. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 10, 26-29.
- Huber, H. (pod redakcją) (2014). *Odroczony rozrost*. Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa ISBN 978-83-01-18003-4.
- Iwański, R., Wianecki, M., Tokarczyk, G., Stankowski, S. (2009). Wpływ metod konwencjonalnych i ekologicznych uprawy pszenżyta na wartość wypiekową mąk i jakość pieczywa. *Folia Pomerane Universitatis Technologiae Stetinensis, Agriculture, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica*, 269(9), 19-32.
- Kwaśniewska-Karolak, I., Krala, L. (2016) Wpływ zamrażalniczego przechowywania na jakość pieczywa pszennego. *Chłodnictwo*, 10 18-23, [doi:10.15199/8.2016.12.1](https://doi.org/10.15199/8.2016.12.1).
- Lösche, K. (pod redakcją). (2015). *Chłodnictwo*. Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa. ISBN 978-83-01-18134-5.
- Lubczyńska, H., Kownacki, J. (2001). *Dobra praktyka produkcyjna i higieniczna w małych i średnich piekarniach*. Za-
bezpieczenie jakości zdrowotnej pieczywa wg ustawodawstwa krajowego i Unii Europejskiej, Handlowo-Usługowa Spółdzielnia „Samopomoc Chłopska”. Warszawa, ISBN 83-904111-4-8.
- Marzec, A., Lewicki, P., Pietrowska, A. (2007). Badanie procesu czerstwienia pieczywa metodą emisji akustycznej. *ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 2(51), 72-79.
- PN-A-74108:1996. Pieczywo. Metody badań.
- PN-A-74103:1993. Pieczywo mieszane.
- PN-A-74022:2003. Przetwory zbożowe - Mąka pszenna.
- PN-A-74032:2002. Przetwory zbożowe - Mąka żytnia.
- PN-A-79002:1998. Drożdże piekarskie prasowane i drożdże piekarskie suszone
- PN-C-84081-2:1998. Sól (Chlorek sodu) - Sól spożywcza.
- Ostasiewicz, S., Rusnak, Z., Siedlecka, U. (2001). *Statystyka. Elementy teorii i zadania*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław, ISBN 83-7011-528-4.
- Ocieczek, A., Puksza, T., Nebel, J. (2016). Wpływ zamrażalniczego przechowywania na wybrane cechy jakościowe pieczywa mieszanego. *Chłodnictwo*, 12, 6-12, [doi:10.15199/8.2016.12.1](https://doi.org/10.15199/8.2016.12.1).
- Postolski, J. (2006). Mrożona żywność wygodna. *Technika chłodnicza i klimatyzacyjna*, 9.
- Reineke, D. (2001). „Półpieczone”. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 3, 30-32.
- Reński, A. (2008). *Piekarstwo, Część 1 i 2*. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
- Rosen, G. M., Gomez M. (2007). Frozen dough and partially baked bread: an update. *Food Reviews International* 23(3), 303-319. [doi:10.1080/87559120701418368](https://doi.org/10.1080/87559120701418368).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29.03.2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. z 2007 r. Nr 61, poz. 417 z późniejszymi zmianami).
- Sobczyk, M. (2006). Wpływ mrożenia międzyproduktów piekarskich na jako gotowego wyrobu. *ŻYWNOŚĆ Nauka. Technologia. Jakość*, 2(47), 314-324.
- www.polskiepieczywo.pl, data dostępu 13.02.2018

Kopeć Adam

Politechnika Koszalińska
Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego
ul. Raclawicka 15 -17, 75-620 Koszalin
e-mail: adam.kopec@tu.koszalin.pl