

Dr inż. Iwona MICHALSKA-POŻOGA  
Mgr inż. Aleksandra RACZKOWSKA  
Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, Wydział Mechaniczny  
Politechnika Koszalińska

## PAKOWANIE W ATMOSFERZE MODYFIKOWANEJ A JAKOŚĆ EKOLOGICZNEGO PIECZYWA ORKISZOWEGO®

*W artykule omówiono wpływ pakowania w MAP (pakowanie w modyfikowanej atmosferze) na jakość ekologicznego pieczywa orkiszowego (*Triticum spelta* L.). Pieczywo zapakowano w dwóch różnych mieszankach gazowych w opakowania w formie woreczków barierowych i przechowywano w temperaturze pokojowej przez okres około miesiąca. Badane pieczywo poddano ocenie sensorycznej, fizykochemicznej i punktowej.*

**Słowa kluczowe:** pieczywo ekologiczne orkiszowe, pakowanie w modyfikowanej atmosferze, ocena jakości pieczywa.

### WSTĘP

Pieczywo to grupa produktów żywnościowych o bardzo krótkim terminie przydatności do spożycia. Proces starzenia pieczywa, na który składają się: czerstwienie, przemiany o charakterze enzymatycznym, a także straty i zmiany rozkładu wilgoci, rozpoczyna się w momencie wyjęcia z pieca. Wszystkie te zmiany powodują pogarszanie się jakości sensorycznej pieczywa [1, 19].

Produkty na bazie orkiszu (*Triticum spelta* L.) są zaliczane do żywności ekologicznej i zdrowotnej. Rynek proponuje nam szeroki asortyment tego rodzaju produktów, a mianowicie: ziarno, kaszę, mąkę, pieczywo, makaron, płatki, otręby, syrop a nawet kawę. Żywność z pszenicy orkisz swoją popularność zyskała dzięki wielu walorom zdrowotnym (56% skrobi, 11,6% białka, 2,7% tłuszczu i 2% składników mineralnych: żelaza, potasu, wapnia i cynku, nienasycone kwasy tłuszczowe, witaminy B i PP, kwas krzemowy). Korzystnie wpływa ona między innymi na: układ krążenia, poprawia motorykę przewodu pokarmowego, poprawia wygląd skóry, włosów, paznokci, wzmacnia aktywność mózgu i koncentrację, zmniejsza zapotrzebowanie na insulinę itp. Ze względu na wyżej wymienione walory i prostotę uprawy, ziarno pszenicy orkisz znalazło szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym. Z uwagi na wysoki koszt zakupu produktów z orkiszu niezbędne jest zastosowanie skutecznych metod ich przechowywania w celu wydłużenia okresu przydatności do spożycia przy zachowaniu wysokiej jakości [2, 4, 6, 10, 20].

W celu utrzymania dobrej jakości pieczywa oraz przedłużenia jego świeżości, bez dodatku środków konserwujących, stosuje się między innymi jedną z nowoczesnych technik pakowania, a mianowicie pakowanie w atmosferze modyfikowanej (MAP), która polega na zastąpieniu powietrza w opakowaniu atmosferą złożoną z gazów o różnych udziałach w zależności od zapakowanego produktu. Wartość udziału poszczególnych składników jest stała w momencie wprowadzania i nie powinna ulegać zmianie podczas przechowywania produktu [3, 5, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 21].

**Celem artykułu jest przedstawienie wpływu pakowania w modyfikowanej atmosferze na wydłużenie świeżości i jakości ekologicznego pieczywa orkiszowego.**

### METODYKA BADAŃ

Materiał badawczy stanowiło ekologiczne pieczywo orkiszowe, nie krojone o masie 400g, dostarczone przez Piekarnię Ekologiczną „BRAVO” z Ustronia Morskiego (piekarnia posiada certyfikaty ekologiczności wykorzystywanych surowców i stosowanych technologii). Pieczywo zostało zapakowane w dwóch mieszankach gazowych:  $M_I$  – 80%  $CO_2$  i 20%  $N_2$ ,  $M_{II}$  – 100%  $CO_2$ . Materiał opakowaniowy stanowiły torebki barierowe (folia PA/PE – poliamid/polietylen) o wymiarach 200x400 mm i grubości 120 $\mu$ m. Materiał badawczy zapakowano przy użyciu pakowarki próżniowej PP-5.2 firmy TEPRO i przechowywano przez 28 dni w temperaturze pokojowej. Osoba pakująca materiał badawczy ubrana była w fartuch, maseczkę na twarz, jednorazowe rękawiczki i czeppek. Proces pakowania i przechowywania odbywał się w laboratorium Katedry Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego Politechniki Koszalińskiej.

Badania przeprowadzono po 7, 14, 21 i 28 dniach od daty zapakowania.

Materiał badawczy poddano następującym badaniom zgodnie z normą PN-A-74108:1996 [18]:

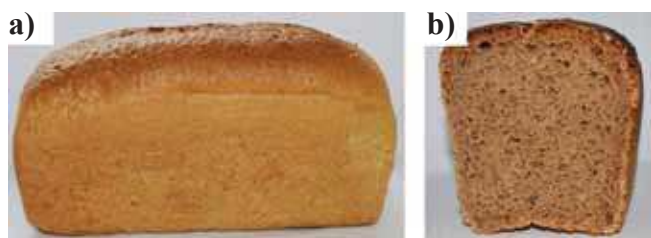
- ocenie sensorycznej: ocena kształtu, skórki, miękkiszu, smaku i zapachu,
- badaniom fizykochemicznym: oznaczanie objętości, wilgotności i kwasowości,
- ocenie punktowej.

Badania przeprowadzono na 25 bochenkach pieczywa, każde badanie w trzech powtórzeniach. Z uzyskanych danych wyznaczono wartość średnią i odchylenie standardowe.

### WYNIKI

#### Wyniki oceny sensorycznej i fizykochemicznej pieczywa przed zapakowaniem

Pieczywo świeże przed zapakowaniem (rys. 1) było dobrze wyrośnięte i posiadało kształt nadany formą. Powierzchnia była gładka, nieznacznie popękana, a skórka chrupiąca o barwie złocistej do jasnobrązowej o grubości 3 mm. Chleb charakteryzował się bardzo dobrą krajalnością (nie kruszył się). Miękkisz o drobnych, dość równomiernych porach był bardzo elastyczny (rys. 1b). Zapach pieczywa był aromatyczny, smak łagodny, lekko kwaskowy, właściwy dla pieczywa wypiekanego na zakwasie.



**Rys. 1.** Ekologiczne pieczywo orkiszowe przed zapakowaniem: a) widok ogólny, b) przekrój.

Źródło: Fotografia własna

Objętość świeżego pieczywa orkiszowego wynosiła  $369,42 \text{ g/cm}^3$ , natomiast kwasowość kształtowała się na poziomie  $4,27^\circ$ . W dniu zapakowania pieczywo posiadało wilgotność  $48,71\%$ .

#### Wyniki oceny sensorycznej pieczywa po zapakowaniu

Po zapakowaniu pieczywa w MAP w mieszaninie  $M_I$  ( $80\% \text{ CO}_2$  i  $20\% \text{ N}_2$ ) i przechowywaniu przez okres 7 dni od daty zapakowania (rys. 2a) nie stwierdzono na jego powierzchni widocznych oznak zmian mikrobiologicznych, jednak zapach nie był już tak aromatyczny jak w przypadku pieczywa świeżego. Smak nieznacznie odbiegał od właściwego dla pieczywa orkiszowego. Natomiast pieczywo ekologiczne orkiszowe zapakowane w  $M_{II}$  ( $100\% \text{ CO}_2$ ) (rys. 2b), charakteryzowało się wszystkimi cechami pieczywa świeżego: łagodnym, przyjemnym zapachem, właściwym dla danego rodzaju pieczywa, oraz smakiem zbliżonym do pieczywa świeżego. Nie stwierdzono widocznych zmian spowodowanych rozwojem mikroflory. Badane bochenki, niezależnie od rodzaju zastosowanej mieszanki, charakteryzowały się dobrą krawalnością oraz elastycznością miększa.



**Rys. 2.** Ekologiczne pieczywo orkiszowe po 7 dniach przechowywania: a)  $M_I$  –  $80\% \text{ CO}_2$  i  $20\% \text{ N}_2$ , b)  $M_{II}$  –  $100\% \text{ CO}_2$ .

Źródło: Fotografia własna

Po 14 dniach od daty zapakowania na powierzchni badanego pieczywa, niezależnie od rodzaju mieszanki, wystąpiły oznaki zmian mikrobiologicznych (ogniska białego nalotu) (rys. 3a i b). Zmiany te zajmowały około  $2\%$  powierzchni pieczywa. Pomimo tego skórka była gładka i sucha w dotyku. Pieczywo charakteryzowało się dobrą krawalnością.

W pieczywie orkiszowym pakowanym w  $M_I$  (rys. 3a) nastąpiło pogorszenie elastyczności miększa, który kształtował się na poziomie dostatecznym. Zapach pieczywa nieznacznie odbiegał od właściwego dla danego rodzaju.



**Rys. 3.** Ekologiczne pieczywo orkiszowe po 14 dniach przechowywania od zapakowania: a)  $M_I$  –  $80\% \text{ CO}_2$  i  $20\% \text{ N}_2$ , b)  $M_{II}$  –  $100\% \text{ CO}_2$ .

Źródło: Fotografia własna

Natomiast chleb zapakowany w  $M_{II}$  (rys. 3b), pomimo pojawienia się pierwszych widocznych oznak skażenia mikrobiologicznego, dalej odznaczał się dobrymi cechami sensorycznymi, z wyjątkiem zapachu, w którym wyczuwalna była woń pleśni. Po tym okresie przechowywania żadne pieczywo nie nadawało się już do spożycia. Ze względu na zmiany mikrobiologiczne nie oceniono smaku pieczywa.

Przeprowadzając ocenę pieczywa po 21 dniach od daty zapakowania (rys. 4a i b) zaobserwowano dalszy rozwój zmian mikrobiologicznych. W przypadku pieczywa zapakowanego w mieszaninie  $M_I$  zmiany mikrobiologiczne występowały na około  $8\%$  powierzchni pieczywa (rys. 4a), natomiast dla pieczywa pakowanego w mieszaninie  $M_{II}$  około  $5\%$  (rys. 4b).



**Rys. 4.** Ekologiczne pieczywo orkiszowe po 21 dniach przechowywania od zapakowania: a)  $M_I$  –  $80\% \text{ CO}_2$  i  $20\% \text{ N}_2$ , b)  $M_{II}$  –  $100\% \text{ CO}_2$ .

Źródło: Fotografia własna

W przypadku pieczywa zapakowanego w mieszaninie  $M_I$  pogorszyła się krawalność, pieczywo kruszyło się i lekko oddzielało od skórki. Miększo zachował porowatość, przy niedostatecznej elastyczności. Natomiast w pieczywie zapakowanym w mieszance  $M_{II}$  krawalność była dostateczna, miększo nie oddzielał się od skórki i zachował pierwotną porowatość. Znacznie pogorszył się zapach pieczywa. Niezależnie od rodzaju zastosowanej mieszanki gazów był on niewłaściwy, lekko pleśniowy i stęchły.

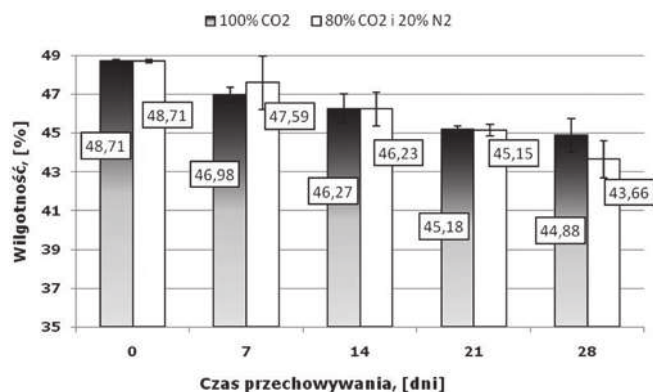
Po 28 dniach przechowywania w badanym pieczywie nie nastąpiły większe zmiany w porównaniu z badaniami przeprowadzonymi w 21 dniu przechowywania. Na powierzchni widoczne były zmiany mikrobiologiczne, jednak powierzchnia tych zmian nie zwiększyła się. Jediną różnicą w porównaniu z tygodniem poprzednim było pogorszenie właściwości miękiszu badanych bochenków. Pod wpływem nacisku ulegał on trwałemu odkształceniu oraz znacznie się kruszył. Zapach badanego pieczywa był już mocno nieprzyjemny i pleśniowy.

### Wyniki badań fizykochemicznych pieczywa po zapakowaniu

Dokonując analizy wyników badań fizykochemicznych stwierdzono, że bez względu na rodzaj zastosowanej mieszanki gazowej, objętość i kwasowość badanego pieczywa nie zmieniała się znacząco nawet w odniesieniu do pieczywa świeżego i plasowała się na poziomie:

- ✓ dla mieszanki  $M_I$ : objętość około  $11 \text{ g/cm}^3$ , kwasowość około  $0,56^\circ$ ;
- ✓ dla mieszanki  $M_{II}$ : objętość około  $11 \text{ g/cm}^3$ , kwasowość około  $0,31^\circ$ ;

W przypadku oznaczania wilgotności zauważono, że niezależnie od zastosowanej mieszanki gazowej, wszystkie bochenki chleba z upływem czasu, w wyniku postępującego procesu czerstwienia, systematycznie ją traciły (rys. 5).



Rys. 5. Średnia wilgotność ekologicznego pieczywa orkiszowego w zależności od składu mieszanki gazowej i czasu przechowywania.

Źródło: Badania własne

Po 7 dniach przechowywania najmniej zmalała wilgotność pieczywa zapakowanego w mieszance  $M_I$  ( $80\% \text{ CO}_2$  i  $20\% \text{ N}_2$ ) i wyniosła  $47,59\%$ . W 14 i 21 dniu od zapakowania wilgotność pieczywa pakowanego w mieszance  $M_I$  i  $M_{II}$  ( $100\% \text{ CO}_2$ ) miała zbliżoną wartość. Po 4 tygodniach przechowywania wilgotność chleba zapakowany w mieszance  $M_I$  zmniejszyła się o około  $5\%$ , natomiast dla pieczywa pakowanego w mieszance  $M_{II}$  zmniejszyła się o około  $4\%$  w stosunku do pieczywa świeżego.

Na podstawie przeprowadzonej oceny sensorycznej dokonano oceny punktowej badanego pieczywa (tabela 1).

Po pierwszym tygodniu od daty zapakowania pieczywo odznaczało się wysoką jakością, niezależnie od zastosowanej mieszanki gazowej. Natomiast przeprowadzenie szczegółowej analizy kolejnych tygodni przechowywania

Tabela 1. Zestawienie sumy punktów z oceny punktowej badanego ekologicznego pieczywa orkiszowego

Czas przechowywania, [dni]	Metoda pakowania	
	$M_I$ ( $80\% \text{ CO}_2$ , $20\% \text{ N}_2$ )	$M_{II}$ ( $100\% \text{ CO}_2$ )
7	20	23
14	-20	-17
21	-55	-20
28	-90	-20

Źródło: Badania własne

wykazało znaczną różnicę w zmianach zachodzących w pieczywie w zależności od zastosowanej mieszanki. Pieczywo pakowane w mieszance  $M_{II}$  w każdym tygodniu badań otrzymywało wyższą ocenę punktową w stosunku do pieczywa pakowanego w mieszance  $M_I$ .

## DYSKUSJA

Określenie wpływu pakowania w modyfikowanej atmosferze na wydłużenie świeżości i jakości ekologicznego pieczywa orkiszowego obejmowało przeprowadzenie oceny sensorycznej, fizykochemicznej i punktowej badanego pieczywa. Powstanie zmian mikrobiologicznych na powierzchni badanego pieczywa w 14 dniu od daty zapakowania mogło być wynikiem skażenia mikrobiologicznego od momentu pozyskania, transportu i przechowywania surowców, poprzez proces przetwórczy, a skończywszy na przechowywaniu i transporcie oraz pakowaniu produktów gotowych [7, 12, 13, 22]. W celu uniknięcia skażenia mikrobiologicznego pieczywa podczas pakowania, należy zapewnić odpowiednie warunki higieniczno-sanitarne pomieszczeń, w których pakowanie się odbywa. Powietrze w tych pomieszczeniach powinno być filtrowane, filtrami o odpowiedniej wielkości porów, a także odkażane poprzez stosowanie lamp UV (na podstawie badań w ZBPP ustalono, że 30-minutowe naświetlanie promieniami UV pozwala zmniejszyć poziom zanieczyszczenia powietrza o ok.  $70\%$ ). Wszystkie urządzenia stykające się z produktem powinny być poddawane częstemu czyszczeniu i nie mogą być używane do innych celów [5, 12, 16, 21]. Także wszystkie osoby pracujące przy pakowaniu pieczywa powinny posiadać odpowiednie ubranie robocze: fartuch, czepek, jednorazowe rękawiczki i maseczkę na twarz.

W przypadku wpływu pakowania, w szczególności pakowania technologią MAP, na ekologiczne pieczywo orkiszowe, nie spotkano literatury obejmującej swoim zakresem tego rodzaju zagadnień. Przedstawione badania prowadzone we współpracy z lokalną piekarnią mają zatem charakter pionierski.

## WNIOSKI

1. Po 7 dniach od zapakowania pieczywo orkiszowe, niezależnie od składu mieszaniny gazowej, zaczęło tracić swoje cechy sensoryczne, głównie: smak i zapach. Natomiast po 14 dniach na badanych bochenkach pojawiły się zmiany mikrobiologiczne.

2. Metoda pakowania i rodzaj zastosowanej mieszanki gazowej nie miały znaczącego wpływu na objętość i kwasowość badanego pieczywa. Natomiast wilgotność wszystkich badanych bochenków w kolejnych tygodniach systematycznie malała. Spowodowane jest to naturalnym procesem wysychania pieczywa, który prowadzi do jego czerstwienia i powoduje zmiany teksturalne miększu oraz negatywnie wpływa na ocenę jego jakości.
3. Stwierdzono, że zarówno w ocenie sensorycznej, fizykochemicznej jak i punktowej lepsze rezultaty uzyskało pieczywo pakowane w mieszance  $M_{II}$  (100%  $CO_2$ ), które najdłużej zachowało cechy pieczywa świeżego.
4. Pojawienie się zmian mikrobiologicznych na powierzchni pieczywa po 14 dniach od zapakowania mogło być spowodowane wtórnym zakażeniem mikrobiologicznym. Dlatego bardzo ważne jest zachowanie odpowiednich warunków higieniczno-sanitarnych od momentu pozyskiwania surowców do momentu procesu pakowania pieczywa.

## LITERATURA

- [1] **AMBROZIAK Z. 1988.** Piekarstwo i ciastkarstwo, część 1, 2, Warszawa, WNT.
- [2] **BABALSKI M., PRZYBYŁAK Z., PRZYBYŁAK K. 2012.** Ekologiczne ziarna zbóż. Pokarm, lek, kosmetyk. Wydawnictwo Gaj.
- [3] **CEGLIŃSKA A., HABER T., WICHOWSKA M. 2007.** *Pakowanie jako metoda przedłużenia jakości chleba.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, nr 2, 12-14.
- [4] **CEGLIŃSKA A., GROMULSKA W. 2008.** *Różnorodność produktów z orkiszu.* Przegląd Zbożowo-Młynarski, nr 5, 30-31.
- [5] **CZERNIAWSKI B., MICHNIEWICZ J. 1998.** Opakowania żywności. Wydawnictwo Agro Food Technology z o.o., Czeladź.
- [6] **CZERWIŃSKA D. 2009.** *Walory żywieniowe i zastosowanie orkiszu.* Przegląd Zbożowo-Młynarski, nr 2, 14-15.
- [7] **CZERWIŃSKA E., PIOTROWSKI W. 2010.** *Oczna ryzyka zanieczyszczenia mikrobiologicznego w piekarni z uwzględnieniem procesu wytwarzania pieczywa żytniego.* Nauka Przyr. Technol., 4, 2.
- [8] **FIK M. 2004.** *Czerstwienie pieczywa i sposoby przedłużania jego świeżości.* Żywność Nauka Technologia Jakość nr 2(11).
- [9] **HAC-SZYMAŃCZUK E. 2008.** *Sztuka pakowania.* Bezpieczeństwo i Higiena Żywności, nr 1, 14-17.
- [10] **JĘDRZEJCZYK H., HOFFMAN M. 2006.** *Charakterystyka wybranych metod przedłużania świeżości i trwałości pieczywa.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, nr 2, 54-57.
- [11] **KACENAK I., DANDRARA., SEKRETAR S. 2005.** *Nowoczesne sposoby pakowania i ich wpływ na jakość i trwałość produktów.* Przemysł Spożywczy 09.
- [12] **KOŁOŻYŃ-KRAJEWSKA D. 2000.** Higiena produkcji żywności. Warszawa, SGGW.
- [13] **KOWNACKI J. 2007.** *Od wypieku do punktu sprzedaży, czyli wpływ zabiegów powypiekowych na jakość pieczywa.* Przegl. Piekar. Cukiern. nr 5, 36.
- [14] **LESIŃSKA-KUŚNIERZ M., UCHEREK M. 2003.** Postęp techniczny w opakownictwie, Kraków, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej.
- [15] **ŁUCZKA-BAKUŁA W. 2007.** Rynek żywności ekologicznej. Wyznaczniki i uwarunkowania rozwoju. Warszawa, PWE.
- [16] **MICHALSKA-POŻOGA I. 2011.** *Techniki pakowania pieczywa jako metoda przedłużania jego świeżości.* Opakowanie nr 8, 73-79.
- [17] **MICHALSKA-POŻOGA I., RACZKOWSKA A. 2011.** *Pakowanie i inne metody zapobiegania czerstwieniu pieczywa.* Ważenie Dozowanie Pakowanie, kwartalnik techniczno-informacyjny, Nr 1, 78-81.
- [18] **Polska Norma PN-A-74108:1996.** *Pieczywo. Metody badań.*
- [19] **SZAJEWSKA A., CEGLIŃSKA A. 2004.** *Czerstwienie pieczywa.* Przegląd Piekarski i Cukierniczy, Nr 3.
- [20] **TYBURSKI J., BABALSKI M. 2006.** Uprawa i przetwórstwo pszenicy orkisz. Radom.
- [21] **UCHEREK M., WIERZEJSKA R. 2009.** *MAP - korzyści i utrudnienia.* Bezpieczeństwo i Higiena Żywności, nr 9, 68-70.
- [22] **WITROWA-RAJCHERT, D., NOWAK D. 2004.** *Metody zapewnienia jakości i bezpieczeństwa w przetwórstwie żywności.* Wyd. SGGW, Warszawa.

## MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING AND QUALITY ORGANIC BREAD SPELLED

### SUMMARY

The article presents impact of modified atmosphere packaging (MAP) on the quality of organic spelled (*Triticum spelta* L.) bread. Bread packed in two different gas mixtures in the form of packaging barrier bags and stored at room temperature for about a month. Test breads were subjected to sensory examination, physical chemistry and score evaluation.

**Key words:** organic bread spelled, modified atmosphere packaging, the opinion of the quality of bread.