

WPŁYW PAKOWANIA W MODYFIKOWANEJ ATMOSFERZE (MAP) NA CECHY JAKOŚCIOWE PLASTERKOWANEGO SERA TYPU SZWAJCARSKIEGO

Antoni Pluta, Anna Bertold-Pluta, Michał Olkowski,
Maciej Kozicki

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. W pracy badano wpływ składu modyfikowanej atmosfery i grubości folii na jakość plasterkowanego sera typu szwajcarskiego w czasie 75-dniowego przechowywania w temperaturze 10°C. Opakowania dla serów składały się z folii górnej (o grubości 97 lub 105 µm) oraz folii dolnej (o grubości 350 lub 400 µm) z zastosowaniem atmosfery gazów CO₂ i N₂ w następujących wariantach odpowiednio: 80/20%, 70/30%, 60/40% i 50/50%. Zakres badań obejmował: ocenę ogólną opakowań, określenie składu atmosfery modyfikowanej, ocenę organoleptyczną serów i określenie liczebności bakterii z grupy coli oraz pleśni i drożdży. Analizy wykonywano po 1, 30, 60 i 75 dniach przechowywania serów. Nie stwierdzono wpływu grubości folii i składu modyfikowanej atmosfery na liczbę bakterii z grupy coli oraz pleśni i drożdży. Pod względem jakości organoleptycznej najlepiej oceniono sery zapakowane w atmosferze modyfikowanej 70% CO₂ i 30% N₂ przy zastosowaniu folii górnej o grubości 97 µm i dolnej o grubości 350 µm.

Słowa kluczowe: sery dojrzewające typy szwajcarskiego, pakowanie, sery plasterkowane, MAP

WSTĘP

Psucie się żywności to pogarszanie jej jakości. Skutki psucia są bardzo często oceniane subiektywnie. Pierwsze zmiany zaczynają się już w momencie wyprodukowania żywności. Jednym z czynników ograniczających szybkość niekorzystnych zmian w żywności podczas przechowywania jest opakowanie [Czapski i Michniewicz 1997]. Dążenie do

Adres do korespondencji – Corresponding author: Antoni Pluta, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Nauk o Żywności, Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności, Zakład Biotechnologii Mleka, ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa, e-mail: antoni_pluta@sggw.pl

przedłużenia trwałości produktów spożywczych jest trwałą tendencją w produkcji żywności i głównym motorem postępu w zakresie nowych opakowań i technik pakowania.

W ofercie serów podpuszczkowych twardych i półtwardych coraz większy udział sprzedaży stanowią sery konfekcjonowane, czyli pokrojone na plasterki, pakowane w małe, najczęściej 100–150-gramowe porcje. Konfekcjonowanie polega na zdjęciu skórki, ewentualnym wyjąłowaniu powierzchni przez działanie promieni ultrafioletowych, pokrajaniu na plasterki i opakowaniu. Plasterki sera pakuje się w folie z tworzyw sztucznych w próżni lub w modyfikowanej atmosferze i zgrzewa. Po zamknięciu opakowań sery waży się na automatycznej wadze.

Wobec rosnących wymagań konsumentów, ale przede wszystkim dystrybutorów, zastosowanie znajdują nowe techniki pakowania żywności: pakowanie próżniowe, pakowanie MAP (Modified Atmosphere Packaging) – pakowanie w atmosferze modyfikowanej lub CAP (Controlled Atmosphere Packaging) – pakowanie w atmosferze kontrolowanej, które mogą istotnie przedłużyć okres przydatności do spożycia wielu produktów, w tym serów konfekcjonowanych. Pakowanie w modyfikowanej atmosferze, z zastosowaniem mieszanin gazowych o składzie dobieranym w zależności od rodzaju pakowanego produktu, umożliwiających zachowanie jakości tego produktu w przedłużonym terminie przydatności do spożycia, pojawiło się jako rozwiązanie konkurencyjne w stosunku do pakowania próżniowego, niekorzystnego w odniesieniu do niektórych serów [Pluta i in. 2003].

Zmniejszenie zawartości tlenu do poziomu 0,2–1,0% w opakowaniu z produktem (np. przetworów mięsnych czy sera) ogranicza rozwój bakterii tlenowych, generalnie wspomaga jego utrwalenie i wydłuża trwałość. Osiąga się to przez pakowanie żywności w zmiennej (modyfikowanej) atmosferze. Usunięcie tlenu z opakowania, oprócz ograniczenia wzrostu mikroorganizmów, zabezpiecza żywność przed utlenianiem, zmianą barwy, smaku i zapachu, a także chroni właściwości odżywcze. Jakkolwiek ograniczenie dostępu tlenu do produktów, w których mogą rozwijać się bakterie beztlenowe, może spowodować, zamiast przedłużenia trwałości, wytworzenie szkodliwych dla zdrowia toksyn i związane z tym zatrucia pokarmowe [Fik 1995, Czerniawski 1996, Michniewicz 1998].

Samo usunięcie powietrza z opakowania można uznać za modyfikację atmosfery wewnątrz opakowania. Jednak zazwyczaj termin „atmosfera modyfikowana” oznacza wprowadzenie do opakowania gazu, który normalnie różni się od składu atmosferycznego. W tym wypadku wymagane środowisko wokół zapakowanego produktu można uzyskać w dwojaki sposób. Pierwszym jest pakowanie w systemie MAP, które polega na mechanicznym zastąpieniu powietrza pojedynczym gazem lub mieszaniną gazów i jest rozszerzeniem stosowanego wcześniej systemu pakowania próżniowego. Drugi sposób to system CAP, w którym, w przeciwieństwie do systemu MAP, istnieje możliwość kontrolowania i korygowania składu mieszaniny gazów w czasie przechowywania produktu, np. poprzez zastosowanie tzw. modyfikatorów atmosfery, jakimi są dla przemysłu substancje wchłaniające lub usuwające tlen [Pikul 2000]. Stosowanie tzw. aktywnych opakowań (AP) stanowi zaprzeczenie wcześniejszych dążeń do eliminowania jakichkolwiek oddziaływań między opakowaniem a jego zawartością [Michniewicz 1998, Kubera i Korzeniowski 1999].

Techniki próżniowego pakowania żywności oraz w systemie MAP nie zapewniają pełnego usunięcia tlenu z opakowania. Najlepszym sposobem jest użycie absorbentów

tlenu, co w jeszcze większym stopniu może ograniczyć zmiany oksydacyjne, a także rozwój wielu drobnoustrojów w żywności pakowanej w systemie CAP [Panfil-Kuncewicz i Kuncewicz 2001].

Pakowanie w systemie MAP stosuje się przy pakowaniu jednostkowym, natomiast pakowanie w systemie CAP – w przypadku większych pojemników, zbiorników, przy magazynowaniu produktów. Zakres zastosowań pakowania próżniowego uległ wydatnemu ograniczeniu na korzyść wzrostu zastosowania pakowania w atmosferze modyfikowanej [Czerniawski 1996]. Te formy pakowania znalazły również zastosowanie w przemyśle mleczarskim, m.in. przy pakowaniu serów. Przyczyniać się one mogą przede wszystkim do ograniczenia rozwoju grzybów (np. pleśni z rodzaju *Penicillium*) i przedłużenia trwałości tych produktów. Trzeba jednak pamiętać, że poszczególne grzyby w różny sposób reagują na zmienione środowisko gazowe [Zmarlicki 2000]. Proponowany dla serów skład atmosfery zależy od rodzaju sera i jest to zwykle mieszanina różnych proporcji dwutlenku węgla i azotu, bez udziału tlenu [Panfil-Kuncewicz i Kuncewicz 1996].

W przypadku serów dojrzewających plasterkowanych lub tartych ze względu na ostateczną formę i sam proces plasterkowania lub tarcia istnieje niebezpieczeństwo dodatkowego zanieczyszczenia. Poza tym sery takie mogą w trakcie i po pakowaniu próżniowym łatwo ulegać odkształceniu i ponownemu sklejanu, co jest charakterystyczną wadą serów plasterkowanych lub tartych. Zwiększona powierzchnia takich produktów jest także przyczyną większego kontaktu z otaczającymi gazami. Są to niezwykle istotne czynniki, które należy brać pod uwagę przy doborze systemu pakowania dla tego rodzaju produktów [Pluta i in. 2005].

Zastosowanie pakowania próżniowego lub MAP do serów konfekcjonowanych nie zwalnia producentów oraz dystrybutorów od dbałości o jakość produktów i zachowania łańcucha chłodniczego [Panfil-Kuncewicz i Kuncewicz 1996].

Przy doborze techniki i parametrów pakowania w zmienionej atmosferze gazów należy uwzględnić wiele czynników, m.in.: rodzaj i stopień przetworzenia produktu, warunki przechowywania, właściwości gazów stosowanych przy pakowaniu, rodzaj oraz właściwości materiału opakowaniowego. Do modyfikacji atmosfery używa się przeważnie azotu, dwutlenku węgla, tlenu, chociaż możliwe jest zastosowanie także tlenku azotu lub węgla oraz dwutlenku siarki lub innych gazów [Fik 1995].

Jak podaje Czerniawski [1999], mieszanina gazów dla serów twardych najczęściej zawiera: 0% O₂, 65–90% CO₂ i 10–35% N₂ (rozpiętość wynika ze zróżnicowania gatunków serów), a np. dla Ementalera: 0% O₂, 84% CO₂ i 16% N₂. Michniewicz [1998] podaje, że dla serów twardych w porcjach zapakowanych w systemie MAP i przechowywanych w temperaturze 8°C okres przydatności do spożycia wynosi 30–40 dni.

Podczas pakowania serów w folię ryzyko zakażenia mikrobiologicznego od folii jest niewielkie. Zapobiega temu wysoka temperatura stosowana w trakcie ich produkcji. Wadą tego typu opakowań jest występowanie zjawisk elektrostatycznych na ich powierzchni, powodujących przyciąganie i osadzanie się cząstek kurzu, a także mikroorganizmów [Desorby i Hardy 2000].

Pakowanie w modyfikowanej atmosferze może wydłużyć trwałość handlową wielu łatwo psujących się produktów, takich jak: mięso, ryby i drób, nawet o 50–400%. Na

przedłużenie trwałości handlowej żywności zapakowanej w systemie MAP mają wpływ przede wszystkim: rodzaj produktu (zawartość wody, tłuszczu, pH itp.), środowisko gazowe wewnątrz opakowania, materiał opakowaniowy, temperatura przechowywania produktu oraz przebieg procesu pakowania [Hotchkiss 1988].

Dobór materiałów opakowaniowych w przypadku tzw. produktów oddychających, do których należy zaliczyć sery, jest szczególnie trudny, ponieważ opakowanie powinno utrzymywać odpowiednio małą zawartość tlenu, uniemożliwiając równocześnie nadmierny wzrost stężenia dwutlenku węgla i innych gazów [Dmytrów i in. 2007].

Wykorzystanie możliwości najnowszych metod pakowania wymaga ciągłych badań. Dotyczy to szczególnie poszukiwania zarówno doskonalszych materiałów opakowaniowych, jak i składu modyfikowanej atmosfery dobranej do produktu.

W niniejszej pracy podjęto próbę zoptymalizowania pakowania plasterkowanego sera typu szwajcarskiego w różnych wariantach modyfikowanej atmosfery gazów, z zastosowaniem różnych folii. Celem pracy było określenie wpływu składu atmosfery modyfikowanej w opakowaniu oraz grubości folii opakowaniowej na zmiany mikrobiologiczne i organoleptyczne plasterkowanego sera typu szwajcarskiego w trakcie jego przechowywania przez 75 dni w temperaturze $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

MATERIAŁ I METODY

Zakres badań obejmował ocenę 144 próbek (po 9 sztuk z 16 wariantów) zapakowanego plasterkowanego sera typu szwajcarskiego po 1, 30, 60 oraz 75 dniach przechowywania poprzez zbadanie składu MAP, oznaczenie liczebności bakterii z grupy coli, pleśni i drożdży oraz ocenę organoleptyczną produktu i opakowania.

Materiał do badań stanowiła jedna partia serów podpuszczkowych typu szwajcarskiego wyprodukowanych w warunkach przemysłowych. Sery plasterkowano, pakowano po 150 g w folię dolną wytłoczoną na głębokość 21 mm, a po wstępnym próżniowaniu wprowadzano do opakowań mieszaninę CO_2 i N_2 do ciśnienia 850 mbar i zamykano folią górną w 16 następujących wariantach badawczych:

- folia górna grubości 97 μm , folia dolna grubości 350 μm :
 - 1) 80% dwutlenku węgla i 20% azotu,
 - 2) 70% dwutlenku węgla i 30% azotu,
 - 3) 60% dwutlenku węgla i 40% azotu,
 - 4) 50% dwutlenku węgla i 50% azotu;
- folia górna grubości 97 μm , folia dolna grubości 400 μm :
 - 5) 80% dwutlenku węgla i 20% azotu,
 - 6) 70% dwutlenku węgla i 30% azotu,
 - 7) 60% dwutlenku węgla i 40% azotu,
 - 8) 50% dwutlenku węgla i 50% azotu;
- folia górna grubości 105 μm , folia dolna grubości 350 μm :
 - 9) 80% dwutlenku węgla i 20% azotu,
 - 10) 70% dwutlenku węgla i 30% azotu,
 - 11) 60% dwutlenku węgla i 40% azotu,
 - 12) 50% dwutlenku węgla i 50% azotu;

- folia górna grubości 105 μm , folia dolna grubości 400 μm :
 - 13) 80% dwutlenku węgla i 20% azotu,
 - 14) 70% dwutlenku węgla i 30% azotu,
 - 15) 60% dwutlenku węgla i 40% azotu,
 - 16) 50% dwutlenku węgla i 50% azotu.

Pakowanie odbywało się na urządzeniu firmy Repack. Zapakowane sery przechowywano w lodówce w temperaturze $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ przez 75 dni.

Ocenę organoleptyczną przeprowadzał 5-osobowy zespół, stosując metodę 4-punktową opracowaną w zakładzie, w którym wyprodukowano sery. Skala ocen wynosiła od 1 do 4. Punktom odpowiadały następujące poziomy jakości:

- 4,0 pkt – bardzo dobry,
- 3,0 pkt – dobry z lekką wadą,
- 2,0 pkt – wyraźna wada,
- 1,0 pkt – produkt zły.

Uwzględniono 7 następujących wyróżników w ocenie organoleptycznej opakowania i sera: wygląd zewnętrzny opakowania, ułożenie plastrów, wygląd zgrzewu, otwieranie opakowania, smak sera, konsystencja i zapach.

W średniej ocenie uwzględniono wyniki poszczególnych siedmiu cech przy takich samych współczynnikach ważkości.

Próbki serów do badań mikrobiologicznych przygotowywano zgodnie z normą PN-ISO 8261. Oznaczenie liczby bakterii z grupy coli na pożywce z fioletem krystalicznym, czerwienią obojętną, żółcią i laktozą (VRB) (Merck nr kat. 1.01406) przeprowadzano zgodnie z normą PN-ISO 4832, natomiast oznaczenie liczby pleśni i drożdży na pożywce agarowej z ekstraktem drożdżowym, glukozą i oksytetracykliną (Merck nr kat. 1.16000) – zgodnie z normą PN-ISO 6611.

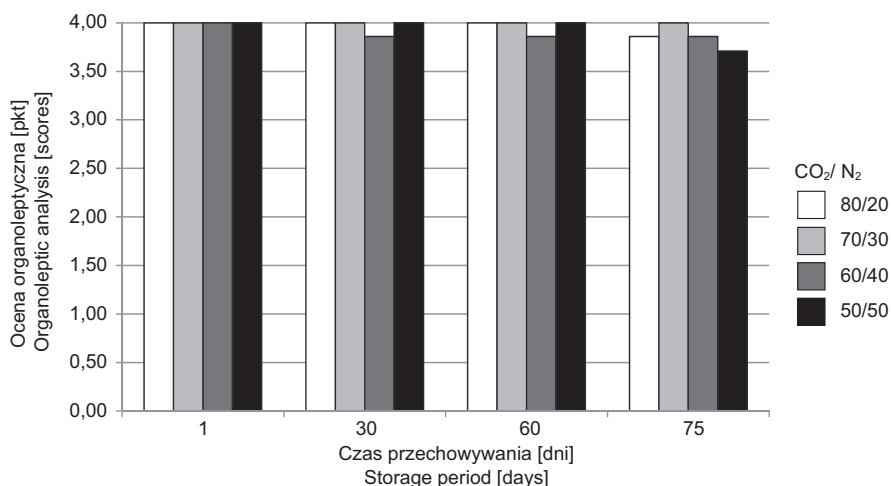
Skład modyfikowanej atmosfery gazów badany był w każdej próbie przechowywanego sera za pomocą urządzenia OXYBABY firmy WITT-GASETECHNIK GmbH & Co KG. Urządzenie to zasysa za pomocą wbudowanej pompki próbkę gazu z kontrolowanego opakowania i doprowadza do próbnika. Oznaczenia wykonywano zgodnie z instrukcją obsługi urządzenia.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki wpływu składu modyfikowanej atmosfery i grubości folii na ocenę organoleptyczną badanych serów przedstawiono na rysunkach 1–4.

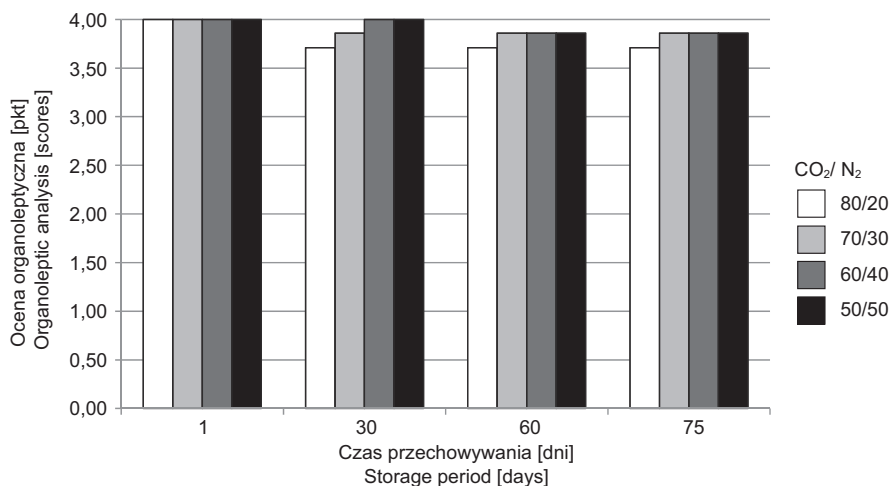
Sery po pierwszym dniu przechowywania wykazywały jasną, żółtą barwę, łagodny, lekko orzechowy smak i twardą konsystencję i wszystkie otrzymały maksymalne oceny (4,0 pkt) wszystkich wyróżników jakościowych.

Pierwsze pogorszenie smaku, ocenianego jako zbyt kwaśny, stwierdzono już po 30 dniach przechowywania serów i dotyczyło ono najczęściej serów zapakowanych w MAP o składzie 80% CO_2 /20% N_2 i 70% CO_2 /30% N_2 , z wyjątkiem serów zapakowanych w folię górną o grubości 97 μm i folię dolną o grubości 350 μm , w których nie stwierdzono pogorszenia oceny zarówno po 30, jak i 60 dniach przechowywania. Nie wielkie pogorszenie jakości tak zapakowanych serów nastąpiło po 75 dniach przechowywania w przypadku MAP 80% CO_2 /20% N_2 .



Rys. 1. Wpływ czasu przechowywania na jakość organoleptyczną serów w opakowaniach z folii górnej o grubości 97 µm i folii dolnej o grubości 350 µm

Fig. 1. The effect of storage period on organoleptic quality of cheeses packaged in upper foil 97 µm and lower foil 350 µm

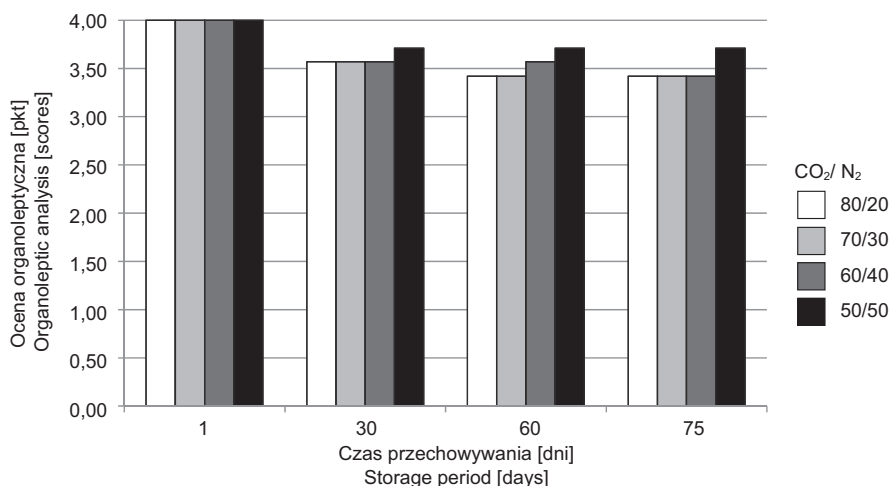


Rys. 2. Wpływ czasu przechowywania na jakość organoleptyczną serów w opakowaniach z folii górnej o grubości 97 µm i folii dolnej o grubości 400 µm

Fig. 2. The effect of storage period on organoleptic quality of cheeses packaged in upper foil 97 µm and lower foil 400 µm

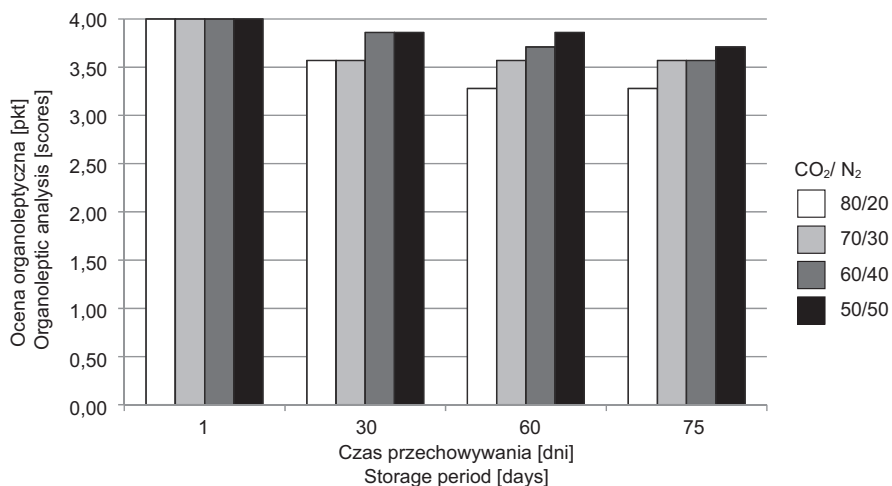
Po 60-dniowym przechowywaniu stwierdzono niekorzystne zmiany wyglądu zewnętrznego opakowania oraz cech organoleptycznych serów głównie przechowywanych w opakowaniach z folią górną 105 µm, bez względu na skład atmosfery.

Przy dłuższym (60 i 75 dni) przechowywaniu generalnie lepiej oceniano sery zapakowane w MAP o składzie 60% CO₂/40% N₂ i 50% CO₂/50% N₂ niż sery pakowane przy



Rys. 3. Wpływ czasu przechowywania na jakość organoleptyczną serów w opakowaniach z folii górnej o grubości 105 μm i folii dolnej o grubości 350 μm

Fig. 3. The effect of storage period on organoleptic quality of cheeses packaged in upper foil 105 μm and lower foil 350 μm



Rys. 4. Wpływ czasu przechowywania na jakość organoleptyczną serów w opakowaniach z folii górnej o grubości 105 μm i folii dolnej o grubości 400 μm

Fig. 4. The effect of storage period on organoleptic quality of cheeses packaged in upper foil 105 μm and lower foil 400 μm

większym udziale CO_2 w modyfikowanej atmosferze, z wyjątkiem serów zapakowanych w folię górną o grubości 97 μm i folię dolną o grubości 350 μm .

Po 75 dniach, pomimo najniższych ocen próbek serów pod względem wyglądu zewnętrznego, opakowania we wszystkich badanych wariantach atmosfery przy pakowaniu w folię górną 105 μm i dolną 400 μm nie stwierdzono pogorszenia cech smako-

wych tych serów (wszystkie otrzymały ocenę smaku – 4,0 pkt), oprócz serów wariantu 80% CO₂/20% N₂, których smak oceniono nieco gorzej. Opakowania wszystkich serów z zastosowaniem folii górnej o grubości 105 µm były albo zbyt mocno zassane, albo pojawił się bombaż, niezależnie od proporcji gazów modyfikowanej atmosfery i zastosowanej folii dolnej. Wygląd zewnętrzny opakowania, a także pozostałe wyróżniki najlepiej oceniono w wariacie pakowania: 70% CO₂/30% N₂, folia górna o grubości 97 µm, folia dolna o grubości 350 µm. Przechowywanie serów pakowanych według tego wariantu nawet przez 75 dni gwarantowało zachowanie ich początkowej jakości (rys. 1).

Według Rymaszewskiego i in. [1999] najskuteczniejszym wariantem składu atmosfery gazów w opakowaniach dla serów twardych jest mieszanina 60% CO₂ i 40% N₂, która zapewnia zahamowanie zmian enzymatycznych i mikrobiologicznych w tych produktach.

Nie stwierdzono żadnych niekorzystnych zmian w czasie przechowywania serów, bez względu na wariant folii i atmosfery w opakowaniu, dotyczących pozostałych wyróżników jakościowych, tzn. ułożenia plastrów, wyglądu zgrzewu, otwierania opakowania, zapachu oraz konsystencji.

Termin przydatności do spożycia badanych serów wyznaczony przez producenta wynosił 60 dni, natomiast na potrzeby niniejszych badań został wydłużony do 75 dni. Na podstawie uzyskanych wyników można przyjąć, że termin przydatności do spożycia badanego plasterkowanego sera typu szwajcarskiego został określony przez producenta z zachowaniem pewnego marginesu bezpieczeństwa, gdyż badany ser przechowywany nawet do 75 dni nie wykazywał oznak znacznego pogorszenia cech organoleptycznych.

Bakterie z grupy *coli* do mleka dostają się z powierzchni wymienia zanieczyszczonego kałem w czasie niehigienicznego doju, a także z niewłaściwie mytych urządzeń do doju. Niepożądane bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae*, w tym grupa *coli*, ulegają zniszczeniu w trakcie pasteryzacji HTST (72°C/15–20 s). Obecność bakterii z grupy *coli* w serach jest więc wskaźnikiem niehigienicznych, niewłaściwych warunków produkcji. Liczebność tych drobnoustrojów w warunkach dobrej praktyki produkcyjnej nie powinna przekraczać 10³ jtk·g⁻¹ sera [Bowen i Henning 1994, Molska 2007, Berthold i in. 2008].

W niniejszych badaniach we wszystkich próbkach plasterkowanego sera typu szwajcarskiego bakterie z grupy *coli* były nieobecne w 0,1 g, bez względu na czas przechowywania serów oraz zastosowany wariant pakowania.

Rosenthal i in. [1991] stwierdzili ograniczenie rozwoju bakterii z grupy *coli* w twarogach dzięki zastosowaniu atmosfery CO₂ w opakowaniach. Wiadomo także, że bakterie Gram-ujemne są wrażliwsze na CO₂ niż Gram-dodatnie [Daniels i in. 1985]. Według niektórych autorów CO₂ modyfikuje funkcjonowanie błon komórkowych mikroorganizmów, a poprzez wnikięcie do wnętrza komórki zmienia wewnątrzkomórkowe pH i właściwości fizykochemiczne białek. Dlatego im większa zawartość CO₂ w opakowaniu, tym efekt hamujący na drobnoustroje jest większy [Fik 1995, Eliot i in. 1998]. Daniels i in. [1985] podają, że stężenie CO₂ w zakresie 10–20% skutecznie hamuje wzrost bakterii psychrotrofowych, np. z rodzaju *Pseudomonas*.

W niniejszych doświadczeniach dodatkowym czynnikiem wpływającym na ograniczenie rozwoju bakterii z grupy *coli* w serach mogła być niska temperatura ich przechowywania, tj. 10°C.

Spośród wielu drobnoustrojów pochodzących z reinfekcji w serach szczególną grupę stanowią pleśnie i drożdże. Im gorsze warunki higieniczne produkcji, tym liczba tych drobnoustrojów jest większa, są one bardzo różnorodne i szybciej powodują wady produktu. Wzrost liczebności pleśni i drożdży w serze powoduje wyraźne pogorszenie się cech organoleptycznych produktu.

W niniejszych badaniach nie stwierdzono obecności pleśni i drożdży w 0,1 g serów przez cały okres przechowywania, bez względu na rodzaj zastosowanego wariantu pakowania. Wynika to najprawdopodobniej z higienicznych warunków produkcji badanych serów. Dodatkowo, jak podają Eliot i in. [1998], wynikać to może również z faktu zahamowania wzrostu pleśni dzięki obecności w atmosferze dwutlenku węgla oraz azotu, które wykazują podobne działanie na rozwój tych drobnoustrojów, oraz chłodniczej temperatury przechowywania. Pakowanie w powietrzu atmosferycznym stymuluje rozwój drożdży, pakowanie próżniowe stabilizuje ich liczebność, a pakowanie w gazach obojętnych zmniejsza liczebność drożdży w czasie przechowywania.

Zmiany składu modyfikowanej atmosfery w czasie przechowywania dla poszczególnych wariantów pakowania przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Skład atmosfery modyfikowanej w opakowaniach sera typu szwajcarskiego w czasie przechowywania

Table 1. The modified atmosphere composition in sliced Swiss-type cheese packages during storage

Czas przechowywania [dni] Storage period [days]	Skład atmosfery modyfikowanej [% CO ₂ / % N ₂] The modified atmosphere composition [% CO ₂ / % N ₂]								
	Folia górna – 97 µm Upper foil – 97 µm				Folia górna – 105 µm Upper foil – 105 µm				
	80 / 20	70 / 30	60 / 40	50 / 50	80 / 20	70 / 30	60 / 40	50 / 50	
Folia dolna – 350 µm Lower foil – 350 µm	1	80,0/20,0	69,1/30,9	58,9/41,1	49,5/50,5	79,5/20,5	69,5/30,5	61,2/38,8	51,8/48,2
	30	78,9/21,1	67,9/32,1	58,3/41,7	46,8/53,2	77,8/22,2	68,2/31,8	57,2/42,8	50,4/49,6
	60	77,4/22,6	68,8/31,2	58,8/41,2	50,7/49,3	78,1/21,9	68,9/31,1	58,3/41,7	49,1/50,9
	75	75,0/25,0	66,1/33,9	57,8/42,2	53,6/46,4	73,7/26,3	67,7/32,3	56,3/43,7	48,5/51,5
Folia dolna – 400 µm Lower foil – 400 µm	1	80,0/20,0	69,3/30,7	59,1/40,1	49,5/50,5	79,7/20,3	71,0/29,0	59,6/40,4	51,3/48,7
	30	79,5/20,5	67,4/32,6	58,8/41,2	51,7/48,3	78,9/21,1	70,6/29,4	60,6/39,4	49,9/50,1
	60	78,9/21,1	68,8/31,2	58,2/41,8	51,0/49,0	78,4/21,6	69,4/30,6	59,0/41,0	48,8/51,2
	75	74,1/25,9	64,0/36,0	57,2/42,8	57,8/42,2	74,9/25,1	67,6/32,4	58,2/41,8	49,4/50,6

Skład modyfikowanej atmosfery w opakowaniach sera ulegał pewnym zmianom w porównaniu z pierwotnie zastosowanymi proporcjami, przy czym zmiany te dotyczyły wszystkich wariantów grubości folii, a ujawniały się już po 30 dniach przechowywania. Zmiany składu modyfikowanej atmosfery w opakowaniach serów wynikać mogły z dwóch zachodzących zjawisk. Dwutlenek węgla obecny w opakowaniu mógł rozpusz-

czać się w fazie wodnej zapakowanego sera, w zależności od stopnia jego nasycenia spowodowanego zarówno fermentacją cytrynianów, jak i proteolizą białek. Zmiany zawartości azotu w modyfikowanej atmosferze w opakowaniach serów były najprawdopodobniej konsekwencją zmian udziału dwutlenku węgla.

W próbkach serów MAP o proporcji CO₂ do N₂: 50/50% i 60/40%, następował niewielki wzrost CO₂ lub utrzymywał się na podobnym poziomie w całym 75-dniowym okresie przechowywania. Natomiast w pozostałych przypadkach pakowania MAP – 80% CO₂/20% N₂ i 70% CO₂/30% N₂ następowało zmniejszenie zawartości CO₂ w czasie przechowywania. Przy większej zawartości CO₂ w MAP następowało większe jego rozpuszczenie w fazie wodnej sera, co mogło wyraźnie ograniczać aktywność mikrobiologiczną i biochemiczną procesów zachodzących w badanych serach, ale jednocześnie mogło powodować pogorszenie smaku określanego jako zbyt cierpki, kwaśny.

WNIOSKI

1. Przeprowadzona ocena opakowania i plasterkowanego sera typu szwajcarskiego po 75 dniach przechowywania w warunkach chłodniczych, tj. 10°C ±1°C, wykazała, że najlepszej jakości był ser zapakowany w atmosferze mieszaniny 70% dwutlenku węgla i 30% azotu przy zastosowaniu folii górnej o grubości 97 μm i folii dolnej o grubości 350 μm.

2. We wszystkich badanych wariantach pakowania serów nie stwierdzono wzrostu bakterii z grupy *coli* oraz pleśni i drożdży.

3. Wszystkie sery zapakowane przy zastosowaniu grubszej folii górnej (105 μm) uzyskały niższe noty oceny organoleptycznej niż sery zapakowane w cieńszą folię górną, bez względu na skład atmosfery w opakowaniu.

4. Analizując wpływ procesu pakowania i przechowywania plasterkowanego sera typu szwajcarskiego w modyfikowanej atmosferze dwutlenku węgla i azotu, stwierdzono różnice dotyczące tylko wyglądu zewnętrznego opakowania i smaku sera.

LITERATURA

- Berthold A., Pluta A., Dolińska M., 2008. Sery dojrzewające jako środowisko rozwoju patogenów. PTPS 1, 79–84.
- Bowen D., Henning D., 1994. Coliform bacteria and Staphylococcus aureus in retail natural cheeses. J. Food Prot. 57 (3), 253–255.
- Czapski J., Michniewicz J., 1997. Wpływ opakowania na zmiany jakości żywności podczas przechowywania. Przem. Spoż. 10, 15–19.
- Czerniawski B., 1996. Nowe tendencje w dziedzinie pakowania żywności. Opakowanie 7, 8–9.
- Czerniawski B., 1999. Nowoczesne systemy pakowania żywności. Opakowanie 10, 22–24.
- Daniels A.J., Krishnamurthi R., Rizvi S.H., 1985. A review of effects of carbon dioxide on microbial growth and food quality. J. Food Prot. 48, 532–537.
- Desorby S., Hardy J., 2000. Packaging and wrapping materials. In: Cheesemaking. From Science to Quality Assurance. Ed. A. Eck, J.C. Gills. Elsevier, Paris, 513–529.

- Dmytrów I., Kryża K., Dmytrów K., Lisiecki S., 2007. Wpływ opakowania na wybrane cechy jakościowe sera twarogowego kwasowego przechowywanego w warunkach chłodniczych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 1 (50), 64–76.
- Eliot S.C., Vuilleumard J.C., Emond J.P., 1998. Stability of shredded Mozzarella cheese under modified atmospheres. *J. Food Sci.* 63 (6), 1075–1080.
- Fik M., 1995. Zastosowanie modyfikowanej atmosfery do przedłużania trwałości produktów spożywczych. *Przem. Spoż.* 11, 21–24.
- Hotchkiss J.H., 1988. Experimental approaches to determining the safety of food packaged in modified atmospheres. *J. Food Technol.* 55–64.
- Kubera H., Korzeniowski A., 1999. Techniczno-ekologiczne aspekty rozwoju opakowań w przemyśle spożywczym. *Przem. Spoż.* 1, 32–33.
- Michniewicz J., 1998. Pakowanie żywności z zastosowaniem atmosfery modyfikowanej. *Chłodnictwo XXXIII*, 6, 42–44.
- Molska I., 2007. *Escherichia coli* w produktach spożywczych. *Przem. Spoż.* 10, 46–50.
- Panfil-Kuncewicz H., Kuncewicz A., 1996. Nowoczesne opakowania twarogów i serów. *Przeegl. Mlecz.* 12, 366–368.
- Panfil-Kuncewicz H., Kuncewicz A., 2001. Opakowania aktywne. *Przem. Spoż.* 8, 72–74.
- Pikul J., 2000. Pakowanie i przechowywanie żywności w atmosferze gazów obojętnych. *Chłodnictwo XXXV*, 9, 66–70.
- Pluta A., Wnuk B., Ziarno M., Berthold A., 2003. Wpływ systemu pakowania twarogu na jego jakość. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4 (37), Supl., 330–340.
- Pluta A., Ziarno M., Kruk M., 2005. Impact of modified atmosphere packing on the quality of grated Mozzarella cheese. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 14/55 (2), 117–122.
- PN-EN ISO 8261 Mleko i przetwory mleczarskie. Ogólne zasady przygotowywania próbek, zawiesiny wyjściowej i dziesięciokrotnych rozcieńczeń do badań mikrobiologicznych.
- PN-ISO 4832 Mikrobiologia. Ogólne zasady oznaczania liczby bakterii z grupy coli.
- PN-ISO 6611 Mleko i przetwory mleczne. Oznaczanie liczby jednostek tworzących kolonie drożdży i/lub pleśni. Metoda płytkowa w 25°C.
- Rosenthal I., Rosen B., Bernstein S., Popel G., 1991. Preservation of fresh cheeses in a CO₂-enriched atmosphere. *Milchwissenschaft* 46 (11), 706–708.
- Rymaszewski J., Kujawski M., Cichosz G., Sańko B., Dzwolak R., 1999. Storage of modified atmosphere packed (MAP) hard cheeses. *Natural Sci.* 3, 139–151.
- Ziółkowski T., Panfil-Kuncewicz H., Staniewska K., Szpendowski J., 2005. Durability of cheese produced with modified technology and packed with different methods. *Pol. J. Nat. Sci.* 2, 163–170.
- Zmarclicki S., 2000. Postęp w zakresie pakowania żywności w modyfikowanej atmosferze oraz pakowania aktywnego. *Przem. Spoż.* 11, 31–35.

EFFECTS OF MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING (MAP) ON THE CHOSEN QUALITY PARAMETERS OF SLICED SWISS-TYPE CHEESES

Summary. The effects of the modified atmosphere composition as well as packaging foil thickness on the microbial and organoleptic quality of sliced Swiss-Type-Cheese were examined. Cheeses were produced in a commercial scale and subsequently analyzed after 75-day storage period in 10°C. Cheeses packages consisted of upper part foil (97 or 105 µm thick) and lower part foil (350 or 400 µm thick). The CO₂/N₂ ratio in package atmosphere

variants were as follows: 80/20%, 70/30%, 60/40% and 50/50%. General packaging, determination of modified atmosphere composition, sensory value of cheeses were evaluated. Microbial status aimed at: total count of coliform bacteria as well as yeasts and moulds. All analyses were performed after: 1, 30, 60 and 75 days of storage. There were no significant effects of foil type and atmosphere composition on microbial status. Sensory evaluation revealed that simultaneously packaging of cheeses in 97 μm (lower) / 350 μm (upper) foils and in atmosphere 70% CO_2 and 30% N_2 resulted in the greatest scoring.

Key words: Swiss-type ripened cheeses, packaging, sliced cheeses, MAP