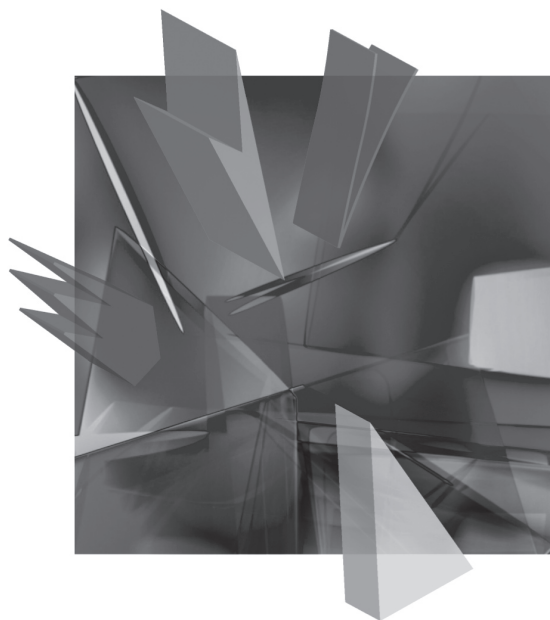


NAUKI INŻYNIERSKIE I TECHNOLOGIE ENGINEERING SCIENCES AND TECHNOLOGIES

4(15)•2014



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2014

Redaktor Wydawnictwa: Joanna Świrska-Korlub

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Justyna Mroczkowska

Łamanie: Beata Mazur

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:

www.ibuk.pl, www.ebscohost.com,

w Dolnośląskiej Bibliotece Cyfrowej www.dbc.wroc.pl,

AGRO <http://agro.icm.edu.pl>, <http://journals.indexcopernicus.com>,

The Central and Eastern European Online Library www.ceeol.com,

a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon

http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się na stronie internetowej Wydawnictwa

www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2014

ISSN 2080-5985

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk i oprawa:

EXPOL, P. Rybiński, J. Dąbek, sp.j.

ul. Brzeska 4, 87-800 Włocławek

Spis treści

Wstęp	7
Maria Baranowska, Władysław Chojnowski, Hanna Nowak: Dezynfekcja w zakładach mleczarskich	9
Marta Ciecierska: Ocena poziomu świadomości konsumentów w zakresie migracji niepożądanych substancji chemicznych do żywności z opakowań i materiałów będących w kontakcie z żywnością	23
Aleksandra Gołoś, Dariusz Piotrowski, Piotr Grzegory, Mariusz Wojnowski: Wpływ temperatury na strukturę i barwę truskawek suszonych wybranymi metodami	31
Natalia Kordala, Małgorzata Lewandowska, Artur Kleina, Karolina Świątek: Ocena właściwości celulozowych <i>Cellulosimicrobium cellulans</i> do biokonwersji polisacharydów słomy rzepakowej	43
Tomasz Lesiów, Kamila Orzechowska-Przybyła, Alina Niewelt: Rola przeglądów zarządzania w doskonaleniu jakości i bezpieczeństwa żywności, obsługi klienta oraz systemu zarządzania jakością w dwóch wybranych przedsiębiorstwach przemysłu żywnościowego	56
Alicja Mańka, Karolina Kosatka, Klaudia Dąbrowska, Renata Stańczyk, Małgorzata Krzywonos: Finansowy i ekonomiczny aspekt prowadzenia własnej winnicy	76
Andrzej Okruszek, Teresa Skrabka-Blotnicka: Automatyczne linie uboju bydła i trzody chlewnej.....	84
Agnieszka Pilarska: Wykorzystanie fermentacji metanowej do zagospodarowania wybranych produktów odpadowych przemysłu spożywczego	100
Karolina Świątek, Małgorzata Lewandowska, Andrzej Juszcuk, Natalia Kordala: Otrzymywanie etanolu ze słomy rzepakowej w procesie symultanicznej hydrolizy i fermentacji w systemie półciąglym	112
Maria Wachowska, Marek Adamczak: Wpływ sposobu i czasu solenia oraz dojrzewania sera edamskiego na jego wybrane parametry jakościowe.....	126
Tomasz Lesiów, Ewa Biazik, Andrzej Okruszek: Sprawozdanie z VI Konferencji Naukowo-Technicznej z cyklu Nauka – Praktyce pt. „Zastosowanie nowatorskich rozwiązań technologicznych w przemyśle spożywczym” ...	137

Summaries

Maria Baranowska, Władysław Chojnowski, Hanna Nowak: Disinfection in dairy plants	22
Marta Ciecierska: Evaluation of level of consumer awareness in migration of undesirable chemicals to food from food packaging and food contact materials.....	30
Aleksandra Gołoś, Dariusz Piotrowski, Piotr Grzegory, Mariusz Wojnowski: Influence of the temperature on the structure and color of strawberries dried by selected methods	42
Natalia Kordala, Małgorzata Lewandowska, Artur Kleina, Karolina Świątek: Evaluation of cellulolytic properties of microorganisms for bioconversion of food industry wastes	55
Tomasz Lesiów, Kamila Orzechowska-Przybyła, Alina Niewelt: The role of management reviews in the improvement of food quality and safety, customer service and quality management system in two selected enterprises of food industry	75
Alicja Mańka, Karolina Kosatka, Klaudia Dąbrowska, Renata Stańczyk, Małgorzata Krzywonos: Financial and economic aspect of running own vineyard	83
Andrzej Okruszek, Teresa Skrabka-Blotnicka: Automated commercial slaughter lines of pigs and cattle.....	99
Agnieszka Pilarska: The use of methane fermentation in the development of selected waste products of food industry.....	111
Karolina Świątek, Małgorzata Lewandowska, Andrzej Juszcuk, Natalia Kordala: Obtaining of ethanol from rape straw in the process of simultaneous hydrolysis and fermentation in fed-batch system.....	125
Maria Wachowska, Marek Adamczak: Influence of the brine composition and time of Edam cheese salting and ripening on its selected quality parameters.....	136

Maria Wachowska, Marek Adamczak

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

e-mail: mari@uwm.edu.pl

WPLYW SPOSOBU I CZASU SOLENIA ORAZ DOJRZEWANIA SERA EDAMSKIEGO NA JEGO WYBRANE PARAMETRY JAKOŚCIOWE

Streszczenie: Ser edamski solono w zmodyfikowanej solance składającej się z mieszaniny NaCl i KCl w proporcji 1:1,27 (w/w) przez 12, 18 i 24 h oraz w solance tradycyjnej (zawierającej wyłącznie chlorek sodu) przez 24 h. Otrzymane sery oceniano sensorycznie oraz oznaczano kwasowość czynną, zawartość wody i NaCl, ogólną liczbę bakterii, liczbę paciorkowców kwaszących, liczbę *E. coli* oraz NPL bakterii sacharolitycznych. Zawartość wody i kwasowość czynna serów były prawidłowe i charakterystyczne dla sera edamskiego. Na poziom NaCl w serach wpływał istotnie zmodyfikowany skład solanki, a także czas solenia. Sery otrzymane po soleniu w tradycyjnej solance przez 24 godziny zawierały maksymalnie 1,10% NaCl. W serze solonym w solance zmodyfikowanej stwierdzono istotnie statystycznie mniejszą w porównaniu z serami solonymi w solance tradycyjnej zawartość soli, która wynosiła od 0,68 do 1,04%. W serach o zmniejszonej zawartości NaCl stwierdzono niewielkie zwiększenie liczby paciorkowców kwaszących. We wszystkich serach najbardziej prawdopodobna liczba bakterii sacharolitycznych utrzymywała się na zbliżonym poziomie. Nie stwierdzono wzrostu liczby *E. coli* w serach solonych w solance zmodyfikowanej, bez względu na czas solenia. Analiza sensoryczna potwierdziła dobrą jakość serów uzyskanych po krótszym czasie solenia w solance zawierającej NaCl i KCl.

Słowa kluczowe: ser edamski, jakość, solenie, NaCl, KCl.

DOI: 10.15611/nit.2014.4.10

1. Wstęp

Wzrost konkurencji na rynku serów wymaga od ich producentów szczególnej dbałości o wysoką jakość produktów. Jakość mikrobiologiczna sera wpływa zarówno na jego cechy sensoryczne, jak i możliwość długotrwałego magazynowania. Zależy ona przede wszystkim od jakości surowca, stosowanych standardów higienicznych i procesów technologicznych oraz jakości kultur starterowych. Duże znaczenie w hamowaniu rozwoju niepożądanego mikroflory ma znajdująca się w serze sól, zwykle chlorek sodu [Beresford i in. 2001].

W ostatnich latach, ze względu na zwiększenie częstotliwości zachorowań na tzw. choroby cywilizacyjne, spowodowane między innymi nadmiernym spożyciem

solu kuchennej, podjęto liczne próby mające na celu ograniczenie jej zawartości w produktach żywnościowych [Doyle, Glass 2010; Durack, Alonso-Gomez, Wilkinson 2008, Cruz i in. 2011; Liem, Miremadi, Keast 2011]. Do produktów mleczarskich zawierających znaczne ilości chlorku sodu należą sery dojrzewające [Guinee 2004]. Efekt obniżenia zawartości jonów sodu w serach próbowano osiągnąć poprzez zmniejszenie ilości dodawanego chlorku sodu [Schroeder i in. 1988; Wiśniewska i in. 1999; Rulikowska i in. 2013], zwracając jednak uwagę na rolę, jaką odgrywa sól w kształtowaniu cech organoleptycznych, tekstury, aktywności enzymów i jakości mikrobiologicznej.

Inny sposób redukcji sodu w serach to zastosowanie substytutów chlorku sodu [Green 1986; Grummer i in. 2012]. Najlepsze rezultaty otrzymano po zastąpieniu chlorku sodu chlorkiem potasu [Gomes i in. 2011; Iwańczak i in. 1995; Karimi, Mortazavian, Karami 2012; Grummer i in. 2013; Sihufe, Zorrilla, Rubiolo 2006; Kamleh i in. 2012; Wachowska 2011]. Ze względu na gorzki, metaliczny smak chlorku potasu całkowite wyeliminowanie soli kuchennej z serów było i jest jednak niemożliwe. W serach solonych mieszaniną chlorku sodu i potasu nie stwierdzono jednak istotnych zmian w przebiegu procesu proteolizy i lipolizy w porównaniu z serami solonymi tradycyjnie [Ayyash, Shah 2011a; Katsiari i in. 2000]. Wykazano, że takie sery charakteryzowały się korzystniejszą dla zdrowia człowieka proporcją jonów Na i K, a ponadto większą wartością odżywczą białka w porównaniu z serami solonymi wyłącznie chlorkiem sodu [Iwańczak i in. 1995; Kłobukowski i in. 1995]. Analizy wymaga jednak trwałość serów solonych mieszaniną chlorku potasu i sodu.

Na rynku polskim pojawił się ser „Serce” o zmniejszonej zawartości jonów sodu. Kompleksowe rozwiązanie zaproponowała firma Chr. Hansen, wprowadzając na rynek SaltLite™, produkt, który umożliwia zmniejszenie zawartości sodu w serach do 50%. Dzięki zastosowanym kulturom starterowym DVS® i preparatowi koagulującemu białka mleka CHY-MAX™ M niekorzystne zmiany smaku i tekstury serów są niezauważalne dla konsumenta.

Uzasadnione było przeprowadzenie doświadczeń, których celem było określenie wpływu sposobu i czasu solenia oraz dojrzewania sera edamskiego na wybrane parametry chemiczne, a także jakość mikrobiologiczną i sensoryczną.

2. Metodyka badań

Przedmiotem badań był ser edamski (A) solony przez 24 h w 18% (w/w) solance tradycyjnej, zawierającej wyłącznie chlorek sodu, oraz sery (B, C, D) solone przez 24, 18 i 12 h w zmodyfikowanej 18% (w/w) solance, która zawierała mieszaninę NaCl/KCl w proporcji wagowej 1:1,27. Skład solanki ustalono na podstawie wcześniejszych doświadczeń [Reps i in. 1995]. Sery dojrzewały w warunkach przemysłowych. Po przedłużonym okresie dojrzewania, tj. po 8, 9, 10 i 11 tygodniach, przeprowadzono analizę chemiczną, mikrobiologiczną i sensoryczną badanych serów.

Oznaczenie zawartości wody, soli i kwasowości czynnej serów prowadzono zgodnie z metodyką podaną przez Wachowską [2011] oraz wykonano oznaczenia: ogólnej liczby bakterii na podłożu agar mleczny (Merck) – płytki inkubowano w 30°C przez 72 h, liczby paciorkowców kwaszących na podłożu agar M17 według Terzaghi (Merck) – płytki inkubowano w 30°C przez 48 h, liczby bakterii *E. coli* na podłożu agar TBX (Merck) – płytki inkubowano w 37°C przez 2 h, a następnie w 44°C przez 24 h, najbardziej prawdopodobnej liczby przetrwalników *Clostridium* o właściwościach sacharolitycznych (NPL-PBBS) na agarze bulionowym z glukozą (Danisco-Biolacta). Próby przed posiewem ogrzewano w temperaturze 80-83°C przez 10 min, a następnie próbówki inkubowano w 37°C przez 96 h.

Analizę sensoryczną sera edamskiego po 11 tygodniach dojrzewania przeprowadzono metodą stopniowania według PN-ISO 4121-1998, oceniając: smak, zapach, konsystencję i oczkowanie. Zastosowano skalę pięciopunktową. Zdefiniowano wartości liczbowe przyznawane poszczególnym wyróżnikom jakości na podstawie wymagań jakościowych dotyczących serów podpuszczkowych dojrzewających typu edamskiego określonych w normach [PN-A-86230:1968]. Wymienionym cechom przyznano współczynniki ważkości (zapach – 0,25; smak – 0,4; konsystencja – 0,2; oczkowanie – 0,15). Oceny dokonał zespół składający się z sześciu osób przeszkolonych w wykonywaniu analiz sensorycznych.

Wszystkie analizy chemiczne i mikrobiologiczne wykonano w co najmniej dwóch powtórzeniach. Przedstawione wyniki są średnią z uzyskanych pomiarów \pm odchylenie standardowe.

Wyniki poddano analizie statystycznej metodą analizy wariancji dwuczynnikowej z powtórzeniami. Testem *post-hoc* oznaczono wartość NIR w celu ustalenia istotności różnic, $p = 0,05$. Analizę statystyczną wykonano przy użyciu programu komputerowego Statistica 10.

3. Omówienie wyników i dyskusja

Wyniki analiz chemicznych sera edamskiego w zależności od sposobu i czasu solenia oraz dojrzewania przedstawiono w tab. 1.

Zawartość NaCl w serze solonym w tradycyjnej solance przez 24 h wynosiła około 1% (w/w). Uzyskano bardzo małą zawartość soli, gdyż w serze edamskim może ona wynosić nawet do 2,5% [PN-A-86230:1968]. Zawartość soli w serach zależy jednak od czasu solenia, a podobnie małą zawartość soli, około 1,3% (w/w), w serze edamskim solonym również przez 24 h uzyskała Wiśniewska i in. [1999]. Tendencje obniżania zawartości soli w produktach żywnościowych są odpowiedzią na zalecenia, np. Europejskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego oraz Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), według których spożycie chlorku sodu nie powinno przekraczać 5 g/dobę. W Polsce spożycie soli jest bardzo duże i wynosi około 15 g/dobę [Stolarz-Skrzypek, Kawecka-Jaszcz 2009].

Tabela 1. Wyniki analiz chemicznych sera edamskiego w zależności od sposobu i czasu solenia oraz dojrzewania***Table 1.** Chemical analysis of Edam cheese by salting method, salting and ripening time*

Sposób i czas solenia sera Method and time of salting	Wyróżniki jakości Quality parameters	Czas dojrzewania [tygodnie] Ripening time [weeks]			
		8	9	10	11
A	Zawartość	1,10 ^a ±0,02	1,09 ^a ±0,01	1,09 ^a ±0,02	1,08 ^{ab} ±0,01
B	NaCl	1,04 ^b ±0,03	1,02 ^b ±0,01	0,99 ^c ±0,02	0,99 ^c ±0,01
C	[% w/w]	0,84 ^d ±0,02	0,84 ^d ±0,02	0,84 ^d ±0,01	0,84 ^d ±0,01
D	NaCl content [%]	0,70 ^c ±0,02	0,70 ^e ±0,02	0,68 ^f ±0,01	0,68 ^f ±0,01
A	Zawartość	42,31 ^{ab} ±0,25	42,32 ^{ab} ±0,26	42,26 ^{ab} ±0,14	42,21 ^b ±0,18
B	wody	42,81 ^{de} ±0,32	42,44 ^{abd} ±0,19	42,45 ^{abd} ±0,14	42,27 ^{ab} ±0,28
C	[% w/w]	43,08 ^c ±0,05	42,89 ^{ef} ±0,11	42,55 ^{ab} ±0,24	42,58 ^{ab} ±0,31
D	Water content [%]	43,11 ^c ±0,33	43,02 ^c ±0,22	42,82 ^{chijk} ±0,23	42,59 ^{acdfj} ±0,18
A	Kwasowość	5,52 ^{ab} ±0,01	5,52 ^{ab} ±0,01	5,52 ^{ab} ±0,00	5,52 ^{ac} ±0,01
B	czynna, pH	5,49 ^{dc} ±0,01	5,49 ^{dfi} ±0,01	5,51 ^{ce} ±0,01	5,53 ^{ab} ±0,01
C	[-]	5,48 ^{chk} ±0,01	5,49 ^{di} ±0,01	5,50 ^{fgi} ±0,01	5,50 ^{fgi} ±0,01
D	Acidity [-]	5,47 ^{hjk} ±0,01	5,48 ^{ek} ±0,02	5,49 ^{dfi} ±0,01	5,53 ^b ±0,00

Te same litery oznaczają brak różnic statystycznie istotnych na poziomie istotności $p = 0,05$.

Sposób i czas solenia sera: A: NaCl, 24 h (kontrolny); B: NaCl/KCl, 24 h; C: NaCl/KCl, 18 h; D: NaCl/KCl, 12 h.

The same letters denote no statistically significant differences at $p = 0.05$.

Cheese salting method and duration: A: NaCl, 24 h (control); B: NaCl/KCl, 24 h; C: NaCl/KCl, 18 h; D: NaCl/KCl, 12 h.

Źródło: opracowanie własne.

Source: own elaboration.

W serze solonym w zmodyfikowanej solance, w porównaniu z serami solonymi w solance tradycyjnej przez 24 h, stwierdzono statystycznie istotnie mniejszą zawartość soli. Należy jednak zaznaczyć, że poprzez zmianę składu solanki modyfikuje się w serze proporcję jonów sodu i potasu, co jest zalecane przez specjalistów zajmujących się żywieniem człowieka [Iwańczak i in. 1995]. Skrócenie czasu solenia serów w solance zawierającej NaCl i KCl do 12 h i 18 h spowodowało dodatkowo statystycznie istotne ($p = 0,05$) zmniejszenie w nich zawartości soli. Różnice były małe i przykładowo między serem solonym w solance przez 12 h i 24 h wynosiły około 0,3% (tab. 1). Potwierdza to spostrzeżenia Wiśniewskiej i in. [1999], że sól najintensywniej dyfunduje z solanki do sera w ciągu pierwszych 12 h solenia.

Na rozwój mikroflory w serze wpływa zawartość wody, wartość współczynnika aktywności a_w [Beresford i in. 2001]. W serze edamskim jej zawartość powinna wynosić nie więcej niż 43% (w/w) i wszystkie sery otrzymane po soleniu w różnych warunkach spełniały to kryterium. Nie stwierdzono statystycznie istotnych ($p = 0,05$) różnic w zawartości wody w serach solonych przez 24 h w solance trady-

cyjnej i zawierającej mieszaninę NaCl/KCl, poza serem dojrzewającym 8 tygodni (tab. 1). Brak różnic w zawartości wody w serach solonych w solance zawierającej wyłącznie chlorek sodu, jak i mieszaninę chlorku sodu i potasu stwierdzono w innych doświadczeniach [Ayyash, Shah 2011d; Karimi, Mortazavian, Karami 2012; Kamleh i in. 2012]. Wykazano natomiast nieznacznie większą zawartość wody w serach solonych przez 12 h i 18 h niż w serach solonych przez 24 h w mieszaninie NaCl/KCl. Różnice zawartości wody pomiędzy serami wynosiły 0,3-0,5% (tab. 1).

Kwasowość czynna serów solonych w solance zmodyfikowanej podczas przechowywania się zwiększała. Stwierdzono, że większość analizowanych próbek tych serów charakteryzowała się większą kwasowością, różną statystycznie istotnie od serów solonych tradycyjnie (tab. 1). Było to prawdopodobnie spowodowane większą aktywnością bakterii fermentacji mlekowej. Spostrzeżenia te potwierdziły wyniki badań wykonanych przez Ayyash i Shah [2011c]. Autorzy zauważyli, że wartość pH sera nabulsi solonego mieszaniną NaCl i KCl przez 2 miesiące przechowywania była większa niż sera solonego tradycyjnie. Po 3 miesiącach przechowywania tych serów, w wyniku wzrostu drobnoustrojów, nastąpiło zwiększenie kwasowości sera. Odmienne wyniki otrzymali natomiast Kamleh i in. [2012] oraz Ayyash i Shah [2011b; 2011d], według których sery solone w solance z dodatkiem KCl charakteryzowały się mniejszą kwasowością, gdyż roztwór KCl ma większe o około 0,3 jednostki pH niż roztwór NaCl.

Zastosowanie do solenia serów solanki zmodyfikowanej wpłynęło statystycznie istotnie na zmianę liczby paciorkowców kwaszących w serach (tab. 2). Nieco większa liczba paciorkowców w serze otrzymanym po soleniu w zmodyfikowanej solance niż tradycyjnej mogła być spowodowana większą zawartością wody w tym serze,

Tabela 2. Liczba paciorkowców kwaszących w serze edamskim [jtk/g] w zależności od sposobu i czasu solenia oraz dojrzewania

Table 2. Characteristics of acidifying streptococci count in the Edam cheese by salting method, salting and ripening time

Sposób i czas solenia sera Method and time of salting	Czas dojrzewania [tygodnie] Ripening time [weeks]			
	8	9	10	11
A	1,32±0,16×10 ⁸ a	1,25±0,13×10 ⁸ a	1,20 ±0,16×10 ⁸ a	1,14±0,17 ×10 ⁸ a
B	3,46±0,21 ×10 ⁸ b	3,22±0,14 ×10 ⁸ b	3,22±0,14×10 ⁸ b	2,57±0,06×10 ⁸ c
C	3,50±0,28×10 ⁸ b	3,25±0,07 ×10 ⁸ b	2,74±0,06 ×10 ⁸ c	2,55±0,21 ×10 ⁸ c
D	3,40 ±0,14×10 ⁸ b	3,20±0,42 ×10 ⁸ bd	2,80 ±0,28×10 ⁸ cd	2,63±0,18 ×10 ⁸ c

Objaśnienia: jak w tab. 1.

Description: see tab. 1.

Źródło: opracowanie własne.

Source: own elaboration.

co sprzyjało rozwojowi drobnoustrojów. Zastąpienie chlorku sodu chlorkiem potasu nie wpłynęło na liczebność bakterii kwasu mlekowego w serze halloumi [Ayyash, Shah, 2010; Kamleh i in. 2012] i cheddar [Reddy, Marth 1995].

Skrócenie czasu solenia nie miało istotnego wpływu na liczbę analizowanych mikroorganizmów w serze, z wyjątkiem sera dojrzewającego 10 tygodni (tab. 2). Paciorkowce pochodzące z kultury starterowej podczas procesu dojrzewania ulegają autolizie, a otrzymane wyniki wskazują, że stopień autolizy paciorkowców kwaszących we wszystkich serach w badanym okresie był nieznaczny.

W serach solonych w solance zawierającej KCl wykazano również statystycznie istotnie ($p = 0,05$) większą ogólną liczbę bakterii niż w serach solonych w solance tradycyjnej. Wraz z wydłużeniem okresu przechowywania serów ogólna liczba bakterii we wszystkich badanych serach się zwiększała. Było to spowodowane najprawdopodobniej wzrostem w serach nie pochodzących z kultury starterowej pałeczek mlekowych (NSLAB, *nonstarter lactic acid bacteria*) (tab. 3).

Tabela 3. Ogólna liczba bakterii w badanych serze edamskim [jtk/g] w zależności od sposobu i czasu solenia oraz dojrzewania

Table 3. Changes in the total bacteria count in the Edam cheese by salting method, salting and ripening time

Sposób i czas solenia sera Method and time of salting	Czas dojrzewania [tygodnie] Ripening time [weeks]			
	8	9	10	11
A	$1,15 \pm 0,10 \times 10^8$ ^a	$1,64 \pm 0,08 \times 10^8$ ^b	$1,99 \pm 0,14 \times 10^8$ ^c	$2,18 \pm 0,08 \times 10^8$ ^d
B	$3,79 \pm 0,10 \times 10^8$ ^e	$4,01 \pm 0,07 \times 10^8$ ^g	$4,59 \pm 0,06 \times 10^8$ ^h	$5,58 \pm 0,04 \times 10^8$ ⁱ
C	$3,13 \pm 0,10 \times 10^8$ ^j	$3,54 \pm 0,08 \times 10^8$ ^k	$3,56 \pm 0,07 \times 10^8$ ^{kl}	$3,76 \pm 0,08 \times 10^8$ ^e
D	$2,94 \pm 0,03 \times 10^8$ ^f	$3,71 \pm 0,02 \times 10^8$ ^{el}	$4,00 \pm 0,08 \times 10^8$ ^g	$4,27 \pm 0,07 \times 10^8$ ^m

Objaśnienia: jak w tab. 1.

Description: see tab. 1.

Źródło: opracowanie własne.

Source: own elaboration.

Obecność w serze mikroflory obcej może być przyczyną występowania wczesnych i późnych wzdęć serów. Bez względu na rodzaj stosowanej solanki, jak i czas solenia w badanych serach nie stwierdzono obecności *E. coli* w 0,1 g sera. Solenie serów w solance zmodyfikowanej, a także skrócenie czasu solenia serów nie przyczyniło się do rozwoju przetrwalników bakterii sacharolitycznych. W analizowanych serach NPL-PBBS była mała i wynosiła w granicach 0,3-0,92 /1 g sera, a wyjątkiem był 8-tygodniowy ser solony przez 18 h (tab. 4).

Reddy i Marth [1995] w serze cheddar solonym mieszaniną NaCl i KCl nie wykryli obecności *Staphylococcus aureus* i *E. coli*, natomiast Koenig i Marth [1982],

Tabela 4. Najbardziej prawdopodobna liczba przetrwalników *Clostridium* o właściwościach sacharolitycznych w serze edamskim [NPL/g] w zależności od sposobu i czasu solenia oraz dojrzewania
Table 4. The most probable number (MPN) of *Clostridium* saccharolytic spores by salting method, salting and ripening period

Sposób i czas solenia sera Method and time of salting	Czas dojrzewania [tygodnie] Ripening time [weeks]			
	8	9	10	11
A	0,92	0,92	0,36	0,30
B	0,92	0,92	0,74	0,62
C	2,30	0,92	0,92	0,92
D	0,36	0,30	0,30	0,30

Objaśnienia: jak w tab. 1.

Description: see tab. 1.

Źródło: opracowanie własne.

Source: own elaboration.

analizując wpływ rodzaju soli użytej do solenia sera cheddar na wzrost w nim *Staphylococcus aureus*, stwierdzili mniejszą liczbę tego mikroorganizmu w serze solonym mieszaniną NaCl i KCl niż w serze solonym tradycyjnie.

Otrzymane wyniki i cytowane badania wskazują, że KCl w zastosowanych warunkach razem z NaCl uniemożliwia rozwój mikroflory niepożądaną w serze edamskim.

Wszystkie oceniane sery miały czysty smak i zapach charakterystyczny dla sera edamskiego, prawidłowe oczkowanie oraz elastyczną konsystencję (tab. 5). Porównując sery solone przez 24 h, oceniający przyznali więcej punktów za oceniane wyróżniki jakości produktowi otrzymanemu po soleniu metodą tradycyjną niż produktowi otrzymanemu po soleniu w solance zmodyfikowanej. Należy podkreślić, że w badanych serach nie stwierdzono specyficznego posmaku KCl.

Możliwość zastosowania mieszaniny NaCl i KCl (1:1) do solenia serów feta, cheddar, gouda bez pogorszenia ich jakości sensorycznej potwierdzili: Aly [1995], Fitzgerald i Bucley [1985] oraz Iwańczak i in. [1995], natomiast Katsiari i in. [1997; 1998] w serach feta i kefalograviera solonych taką mieszaniną stwierdzili gorzko-metaliczny posmak charakterystyczny dla KCl. Gomes i in. [2011] wykazali, że możliwa jest produkcja sera świeżego minas, w którym 25% NaCl można zastąpić KCl.

Zauważono także, że skrócenie czasu solenia serów w solance zmodyfikowanej wpłynęło na podwyższenie ich oceny sensorycznej (tab. 5). Wyższe noty przyznano takim wyróżnikom jakości, jak smak i zapach. Ponadto według oceniających ser solony przez 12 h w mieszaninie NaCl i KCl charakteryzował się najlepszą konsystencją. Najprawdopodobniej mogło to być spowodowane większym stopniem dojrzałości tych serów w porównaniu z serami dłużej solonymi [Iwańczak i in. 1995].

Tabela 5. Wyniki oceny sensorycznej sera edamskiego po 11 tygodniach dojrzewania**Table 5.** Sensory analysis results of the Edam cheese after 11 weeks of ripening

Sposób i czas solenia sera Method and time of salting	Wyróżniki jakości Quality parameter	Średnia ocen Average mark	Ocena cząstkowa Constituent grade	Ocena ogólna sera Overall assessment
A	zapach (smell)	4,00	1,00	4,10
	smak (flavour)	4,00	1,60	
	konsystencja (consistency)	4,50	0,90	
	oczkwowanie (eyes of cheese)	4,00	0,60	
B	zapach (smell)	3,25	0,81	3,55
	smak (flavour)	3,25	1,30	
	konsystencja (consistency)	4,20	0,84	
	oczkwowanie (eyes of cheese)	4,00	0,60	
C	zapach (smell)	3,50	0,88	3,68
	smak (flavour)	3,60	1,44	
	konsystencja (consistency)	3,80	0,76	
	oczkwowanie (eyes of cheese)	4,00	0,60	
D	zapach (smell)	4,30	1,08	4,44
	smak (flavour)	4,40	1,76	
	konsystencja (consistency)	5,00	1,00	
	oczkwowanie (eyes of cheese)	4,00	0,60	

Objaśnienia: jak w tab. 1.

Description: see tab. 1.

Źródło: opracowanie własne.

Source: own elaboration.

Karimi i in. [Karimi, Mortazavian, Karami 2012] wykazali, że proces dojrzewania korzystnie wpływał na smak, a także ogólną akceptowalność serów feta, w których zastąpiono NaCl w 25% i 50% KCl.

4. Podsumowanie

Wyniki prezentowanych doświadczeń potwierdziły możliwość stosowania do solenia sera edamskiego solanki składającej się z mieszaniny NaCl i KCl. Sery solone w solance zmodyfikowanej, bez względu na czas solenia, zachowywały prawidłową jakość mikrobiologiczną do 11-tygodniowego dojrzewania. Przeprowadzona analiza sensoryczna wykazała również dobrą jakość badanych serów. W serach nie stwierdzono posmaku metaliczno-gorzkiego, charakterystycznego dla chlorku potasu. Zastosowanie do solenia serów mieszaniny NaCl i KCl korzystnie wpływa na proporcję sodu i potasu w serze i jego właściwości żywieniowe [Iwańczak i in. 1995]. Biorąc pod uwagę, że wśród konsumentów dokonujących wyboru produktów rośnie

świadomość znaczenia prawidłowego odżywiania się, w tym konieczności ograniczenia spożycia soli kuchennej, można stwierdzić, że propozycja serów solonych w zmodyfikowanej solance jest bardzo atrakcyjna.

Literatura

- Aly M.E., 1995, *An attempt for producing low-sodium feta-type cheese*, "Food Chemistry", 52, s. 295-299.
- Ayyash M.M., Shah N.P., 2010, *Effect of partial substitution of NaCl with KCl on halloumi cheese during storage: Chemical composition, lactic bacterial count, and organic acids production*, "Journal of Food Science", 75, s. 525-529.
- Ayyash M.M., Shah N.P., 2011a, *Effect of partial substitution of NaCl with KCl on proteolysis of halloumi cheese*, "Journal of Food Science", 76, s. 31-37.
- Ayyash M.M., Shah N.P., 2011b, *The effect of NaCl substitution with KCl on texture profile and microstructure of Halloumi cheese*, "Journal of Dairy Science", 94, s. 37-42.
- Ayyash M.M., Shah N.P., 2011c, *The effect of substituting NaCl with KCl on nabulsi cheese: Chemical composition, total viable count and texture profile*, "Journal of Dairy Science", 94, s. 2741-2751.
- Ayyash M.M., Shah N.P., 2011d, *The effect of substitution of NaCl with KCl on chemical composition and functional properties of low-moisture mozzarella cheese*, "Journal of Dairy Science", 94, s. 3761-3768.
- Beresford T.P., Fitzsimons N.A., Brennan N.L., Cogan T.M., 2001, *Recent advances in cheese microbiology*, "International Dairy Journal", 11, s. 259-274.
- Cruz A.G., Faria J.A.F., Pollonio M.A.R., Bolini H.M.A., Celeghini R.M.S., Granato D., Shah N.P., 2011, *Cheeses with reduced sodium content: Effects on functionality, public health benefits and sensory properties*, "Trends in Food Science & Technology", 22, s. 276-291.
- Doyle M.E., Glass K.A., 2010, *Sodium reduction and its effect on food safety, food quality, and human health*, "Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety", 9, s. 44-56.
- Durack E., Alonso-Gomez M., Wilkinson M.G., 2008, *Salt: A review of its role in food science and public health*, "Current Nutrition & Food Science", 4, s. 290-297.
- Fitzgerald E., Buckley J., 1985, *Effect of total and partial substitution of sodium chloride on quality of cheddar cheese*, "Journal of Dairy Science", 68, s. 3127-3134.
- Green M.L., 1986, *Effect of replacing part of the sodium chloride in cheddar cheese by sodium or potassium phosphates on ripening, flavour and texture*, "Journal of Dairy Research", 53, s. 329-332.
- Gomes A.P., Cruz A.G., Cadena R.S., Celeghini R.M.S., Faria J.A.F., Bolini H.M.A., Pollonio M.A.R., Granato D., 2011, *Manufacture of low-sodium minas fresh cheese: Effect of the partial replacement of sodium chloride with potassium chloride*, "Journal of Dairy Science", 94, s. 2701-2706.
- Guinee T.P., 2004, *Salting and role of salt in cheese*, "International Journal of Dairy Technology", 57, s. 99-109.
- Grummer J., Bobowski N., Karalus M., Vickers Z., Schoenfuss T., 2013, *Use of potassium chloride and flavor enhancers in low sodium cheddar cheese*, "Journal of Dairy Science", 96, s. 1401-1418.
- Grummer J., Karalus M., Zhang K., Vickers Z., Schoenfuss T.C., 2012, *Manufacture of reduced-sodium Cheddar-style cheese with mineral salt replacers*, "Journal of Dairy Science", 95, s. 830-839.
- Iwańczak M., Reps A., Wiśniewska K., Jarmul I., Kołakowski P., 1995, *Possibility for increasing the potassium content in ripening*, "Milchwissenschaft", 50, s. 619-622.
- Karahadian C., Lindsay R., 1984, *Flavour and textural properties of reduced-sodium process American cheeses*, "Journal of Dairy Science", 67, s. 1892-1904.

- Karimi R., Mortazavian A.M., Karami M., 2012, *Incorporation of Lactobacillus casei in Iranian ultra-filtered feta cheese made by partial replacement of NaCl with KCl*, "Journal of Dairy Science", 95, s. 4209-4222.
- Kamleh R., Olabi A., Toufeili I., Najm N.E.O., Younis T., Ajib R., 2012, *The effect of substitution of sodium chloride with potassium chloride on the physicochemical, microbiological, and sensory properties of halloumi cheese*, "Journal of Dairy Science", 95, s. 1140-1151.
- Katsiari M.C., Voutsinas L.P., Alichanidis E., Roussis I.G., 1997, *Reduction of sodium content in feta cheese by partial substitution of NaCl by KCl*, "International Dairy Journal", 7, s. 465-472.
- Katsiari M.C., Voutsinas L.P., Alichanidis E., Roussis I.G., 1998, *Manufacture of Kefalograviera cheese with less sodium by partial replacement of NaCl with KCl*, "Food Chemistry", 61, s. 63-70.
- Katsiari M.C., Voutsinas L.P., Alichanidis E., Roussis I.G., 2000, *Lipolysis in reduced sodium Feta cheese made by partial substitution of NaCl by KCl*, "International Dairy Journal", 10, s. 369-373.
- Kłobukowski J., Kozikowski W., Cichon R., Reps A., 1995, *Wpływ dodatku KCl do solanki i czasu solenia na wartość odżywczą białka serów dojrzewających*, Acta Academiae Agriculturae ac Technicae Olstenensis, 28, s. 145-156.
- Koenig S., Marth E.H., 1982, *Behavior of Staphylococcus aureus in cheddar cheese made with sodium chloride or mixture of sodium chloride and potassium*, "Journal of Food Protection", 45 s. 996-1002.
- Liem D.G., Miremadi F., Keast R.S.J., 2011, *Reducing sodium in foods: The effect on flavor*, "Nutrients", 3, s. 694-711.
- PN-A-86230:1968 *Mleko i przetwory mleczarskie. Sery podpuszczkowe dojrzewające*.
- PN-ISO 4121-1998 *Analiza sensoryczna. Metodologia. Wytyczne ogólne*.
- Reddy K.A., Marth E.H., 1995, *Microflora of cheddar cheese made with sodium chloride, potassium chloride, or mixtures of sodium and potassium chloride*, "Journal of Food Protection", 58, s. 54-61.
- Reps A., Iwańczak M., Kołakowski P., Kulesza J., 1995, *Diffusion of sodium and potassium from brine into cheese*, "Milchwissenschaft", 50, s. 263-265.
- Rulikowska A., Kilcawley K.N., Doolan I.A., Alonso-Gomez M., Nongonierma A.B., Hannon J.A., Wilkinson M.G., 2013, *The impact of reduced sodium chloride content on cheddar cheese quality*, "International Dairy Journal", 28, s. 45-55.
- Schroeder C.L., Bodyfelt F.W., Wyatt C.J., McDaniel M.R., 1988, *Reduction of sodium chloride in cheddar cheese: Effect on sensory, microbiological and chemical properties*, "Journal of Dairy Science", 71, s. 2010-2020.
- Sihufe G.A., Zorrilla S.E., Rubiolo A.C., 2006, *Secondary proteolysis of Fynbo cheese salted with NaCl/KCl brine and ripened at various temperatures*, "Food Chemistry", 96, s. 297-303.
- Stolarz-Skrzypek K., Kawecka-Jaszcz K., 2009, *Ograniczenie spożycia soli kuchennej jako metoda prewencji nadciśnienia tętniczego*, „Postępy Nauk Medycznych”, 1, s. 34-38.
- Wachowska M., 2011, *Microbiological changes in Edam-type cheese, brined in a mixture of sodium and potassium chlorides during the ripening process*, "Milchwissenschaft", 66, s. 381-384.
- Wiśniewska K., Reps A., Jarmul I., Iwańczak M., 1999, *Ripening of rennet cheeses with different content of salt*, "Natural Sciences", 3, s. 95-108.

INFLUENCE OF THE BRINE COMPOSITION WAY, TIME OF EDAM CHEESE SALTING AND RIPENING ON ITS SELECTED QUALITY PARAMETERS

Summary: Edam cheese was salted in modified brine with a 1:1.27 (w/w) ratio of NaCl and KCl for 12, 18 and 24 hours and in conventional brine for 24 hours. The sensory assessment of the cheese was made and acidity, water and NaCl content, total bacteria count, *Lactococcus*

lactis count, *E. coli* count and the most probable number (MPN) of saccharolytic bacteria were determined. Water content and the acidity of the cheese were standard and typical of Edam cheese. The NaCl content in cheese was significantly affected by the modified brine composition as well as the duration of the salting process. Cheese salted in the conventional brine for 24 hours contained the maximum of 1.1% of NaCl. Cheese salted in the modified brine contained significantly less salt (0.68 to 1.04%) compared to the cheese salted in the conventional brine. Cheese with less NaCl was found to contain a slightly elevated *Lactococcus lactis* count. The MPN of saccharolytic bacteria was similar in every cheese. The *E. coli* count did not increase in the cheese salted in the modified brine, regardless of the process duration. The sensory analysis confirmed good quality of cheese obtained after shorter salting in brine with NaCl and KCl.

Keywords: Edam cheese, quality, salting, NaCl, KCl.