

EWA STASIUK, PIOTR PRZYBYŁOWSKI

**WPLYW ZMODYFIKOWANEGO SPOSOBU STOSOWANIA KNO_3
NA CECHY SENSORYCZNE I MIKROBIOLOGICZNE SERÓW
DOJRZEWAJĄCYCH PODPUSZCZKOWYCH**

Streszczenie

W warunkach przemysłowych wyprodukowano sery dojrzewające podpuszczkowe, stosując dodatek saletry potasowej nie do mleka, lecz do solanki. Tak wyprodukowane sery poddano ocenie mikrobiologicznej i sensorycznej. Materiał porównawczy stanowiły sery kontrolne wyprodukowane bez dodatku lub z dodatkiem saletry do mleka serowarskiego.

Stwierdzono, że sery twarde typu szwajcarskiego i holenderskiego wyprodukowane zmodyfikowanym sposobem stosowania azotanów(V) osiągały dobrą jakość mikrobiologiczną. Następowo zahamowanie rozwoju bakterii z grupy coli i bakterii fermentacji masłowej. Dojrzałe sery gouda I wyprodukowane zmodyfikowanym sposobem stosowania KNO_3 wykazywały miano bakterii z grupy coli i miano bakterii beztlenowych przetrwalnikujących na poziomie: nieobecne w rozcieńczeniu 10^{-1} g. Podobne rezultaty otrzymano w przypadku dojrzałego sera tykocińskiego. Dojrzałe sery gouda II charakteryzowały się gorszą jakością mikrobiologiczną w porównaniu z serami gouda I i tykocińskim. Miano bakterii przetrwalnikujących wynosiło: nieobecne w 10^{-1} g, natomiast miano coli wynosiło od 10^{-2} do 10^{-4} . Pomimo tego wszystkie sery wyprodukowane zmodyfikowanym sposobem stosowania saletry potasowej częściej klasyfikowano jako sery wyższej jakości. Częściej też dyskwalifikowano (poza klasą) sery kontrolne wyprodukowane przy stosowaniu dodatku azotanów do mleka serowarskiego.

Słowa kluczowe: sery podpuszczkowe dojrzewające, azotany(V), solanka, ocena sensoryczna, ocena mikrobiologiczna

Wprowadzenie

Jakość serów uwarunkowana jest takimi czynnikami, jak: jakość surowca, jakość stosowanych dodatków: kultur bakteryjnych - zakwasów, podpuszczki lub innych preparatów enzymatycznych, barwników, czy też KNO_3 , $CaCl_2$; przeprowadzenie procesu technologicznego zgodnie z instrukcją, odpowiednia pielęgnacja podczas dojrzewania i przechowywania serów [2, 3, 28].

Produkcja serów ma także aspekty ekologiczne, głównie związane z zagospodarowaniem serwatki jako produktu ubocznego. Dodana do mleka serowarskiego saletra potasowa w dużej części przechodzi do serwatki, ograniczając jej dalsze wykorzystanie w przemyśle spożywczym.

W niniejszej pracy zastosowano nowy sposób stosowania KNO_3 , polegający na jego dodatku do solanki, a nie do mleka serowarskiego. Następnie porównano jakość tak wyprodukowanych serów z jakością serów wyprodukowanych tradycyjną metodą stosowania KNO_3 .

Celem pracy było więc stwierdzenie, jak wpływa zmodyfikowany sposób stosowania KNO_3 w produkcji sera podpuszczkowego na jego jakość.

Materiał i metody badań

Badania przeprowadzono w skali przemysłowej w Zakładzie Mleczarskim „Paśtek ICC SERY”, gdzie wyprodukowano sery podpuszczkowe dojrzewające typu holenderskiego (gouda) i typu szwajcarskiego (tykociński).

W pierwszym etapie badań wyprodukowano sery gouda I wg następującego układu doświadczalnego:

- A – sery wyprodukowane z mleka bez dodatku KNO_3 , po prasowaniu umieszczano w solance zawierającej 0,02% KNO_3 ,
- B – sery wyprodukowane z mleka bez dodatku KNO_3 , po prasowaniu umieszczano w solance zawierającej 0,04% KNO_3 ,
- C – sery wyprodukowane z mleka bez dodatku KNO_3 , po prasowaniu umieszczano w solance zawierającej 0,06% KNO_3 ,
- K – sery kontrolne wyprodukowane z mleka, do którego dodano KNO_3 w ilości 0,02% i po prasowaniu solono w solance bez dodatku KNO_3 .

W drugim etapie badań wyprodukowano ser tykociński wg następującego modelu doświadczenia:

- A – sery wyprodukowane z mleka bez dodatku KNO_3 , po prasowaniu umieszczano w solance o stężeniu KNO_3 – 0,05%,
- B – sery wyprodukowane z mleka bez dodatku KNO_3 , po prasowaniu umieszczano w solance o stężeniu KNO_3 – 0,10%,
- C – sery wyprodukowane z mleka bez dodatku KNO_3 , po prasowaniu umieszczano w solance o stężeniu KNO_3 – 0,15%,
- D – sery wyprodukowane z mleka bez dodatku KNO_3 , po prasowaniu umieszczano w solance bez dodatku KNO_3 ,
- K – sery kontrolne wyprodukowane z mleka, do którego dodano KNO_3 w ilości 0,01%, po prasowaniu umieszczano w solance bez dodatku KNO_3 .

Trzeci etap badań obejmował produkcję sera gouda II wg modelu doświadczenia, jak podano wyżej, z tym, że ser wariantu kontrolnego wyprodukowano z mleka zawierającego dodatek KNO_3 w ilości 0,02%.

Mleko do produkcji serów pasteryzowano w temp. 72–75°C przez 15–20 s i następnie magazynowano (12 do 24 godz.), po czym przed procesem produkcji sera ponownie mleko pasteryzowano w tych samych warunkach.

Każdy z powyższych modeli doświadczalnych powtarzano 3-krotnie. Badania przeprowadzano w sezonie jesiennym.

Ogółem wyprodukowano ser w 36 wariantach doświadczalnych, a analizom fizykochemicznym i mikrobiologicznym poddano 435 próbek. Próbkę do badań pobierano z następujących miejsc bloku sera: sera gouda I – z warstwy zewnętrznej, środkowej i rdzenia; ser tykociński – z warstwy zewnętrznej i rdzenia; ser gouda II – uśredniona próbka z ¼ bloku sera. Wyniki badań danego sera z poszczególnych miejsc poboru próbek uśredniano.

Analizy mikrobiologiczne wykonywano wg Polskiej Normy [14]. Posiewy wykonywano po sporządzeniu rozcieńczenia próbek z płynem Ringera w stosunku 1:10. Bakterie z grupy coli oznaczano na podłożu z żółcią i zielenią brylantową (BGLB). Posiewy inkubowano w temp. 37°C (310 K) przez 48 godz. Natomiast bakterie przetrwalnikujące beztlenowe oznaczano na podłożu: agar bulionowy z glukozą i 1% ekstraktem drożdżowym. Odpowiednie rozcieńczenia wysiewano do probówek po uprzedniej pasteryzacji w temp. 80°C (353 K) przez 10 min. Posiewy zalewano agarem i inkubowano w temp. 37°C (310 K) przez 5 dni. Obecnie zalecane są następujące normy dotyczące oznaczeń: PN-ISO 4832 (bakterie z grupy coli) i PN-93/A-86034.12 (bakterie przetrwalnikujące) [9, 15, 16].

Ocenę sensoryczną serów przeprowadziły zespoły złożone z 5 lub 6 osób. Podczas oceny sensorycznej uwzględniono następujące wyróżniki jakościowe: kształt, wygląd, konsystencję, oczkowanie, smak, zapach oraz barwę. Sery kwalifikowano zgodnie z wymogami zawartymi w Polskiej Normie PN-68/A-86230 [13].

Wyniki i dyskusja

Zagadnieniu jakości mleka jako surowca do produkcji serów poświęcono w literaturze wiele uwagi [1, 4, 18, 19, 26]. Wiadomo bowiem, że jakość zarówno serów, jak i innych produktów mleczarskich zależy w dużym stopniu od cech fizykochemicznych i stanu mikrobiologicznego mleka surowego. Wyniki oceny mikrobiologicznej mleka repasteryzowanego przeznaczonego do produkcji serów przedstawiono w tab. 1.

Kwasowość potencjalna mleka repasteryzowanego przeznaczonego do produkcji serów gouda I, tykocińskiego i gouda II była prawidłowa i wynosiła odpowiednio: od 6,2 do 6,6°SH, od 7,0 do 7,9°SH i 6,8°SH.

Charakterystyka fizykochemiczna i mikrobiologiczna mleka repasteryzowanego przeznaczonego do produkcji serów.

Physical & chemical and microbiological characterization of re-pasteurized milk designed for manufacturing cheeses.

Rodzaj próbki Type of a sample	Seria badań Series of examinations	Kwasowość Acidity [°SH]	Miano coli Coli-group bacteria	Miano bakterii przetrwalikujących Spore-forming bacteria
Mleko do produkcji sera gouda I / Milk to manufacture the Gouda I cheese	I	6,2	nb	nb
	II	6,4	nb	nb
	III	6,6	nb	nb
Mleko do produkcji sera tykocińskiego Milk to manufacture the Tykocinski cheese	I	7,3	nb	nb
	II	7,9	nb	nb
	III	7,0	nb	nb
Mleko do produkcji sera gouda II Milk to manufacture the Gouda II cheese	I	6,8	nb	ob w 0,1
	II	6,8	nb	nb
	III	6,8	ob w 0,1	nb

Objaśnienia: / Explanatory notes:

nb - nieobecne w 0,1cm³ / absent in 0.1cm³.

Wyniki podane w tabeli stanowią wartości średnie z trzech próbek / Values as given in the table represent the mean value of three samples analyzed.

Jakość mikrobiologiczna mleka repasteryzowanego przeznaczonego do produkcji serów była zróżnicowana. Wykazano, że w przypadku produkcji sera gouda I i tykocińskiego zarówno bakterie z grupy coli, jak i bakterie beztlenowe przetrwalikujące były nieobecne w rozcieńczeniu 0,1 cm³. Świadczy to o dobrej jakości mikrobiologicznej tego mleka, jak również o skutecznej pasteryzacji. Natomiast w mleku przeznaczonym do produkcji sera gouda II stwierdzono (seria III) obecność bakterii z grupy coli w rozcieńczeniu 0,1 cm³ oraz obecność bakterii przetrwalikujących beztlenowych w 0,1 cm³ (seria I). W pozostałych przypadkach nie stwierdzono obecności bakterii zarówno z grupy coli, jak i beztlenowców przetrwalikujących. Tak więc jedynie mleko przeznaczone do produkcji sera gouda II było gorszej jakości mikrobiologicznej.

Stopień zanieczyszczenia mleka pałeczkami z grupy coli jest wskaźnikiem stanu sanitarnego doju oraz warunków procesu technologicznego. Podczas pasteryzacji bakterie z grupy coli giną, jednak zdarza się, że mogą one wystąpić w mleku pasteryzowanym. Jest to najczęściej spowodowane wtórnym zakażeniem mleka bakteriami pochodzącymi z niedokładnie umytych urządzeń mleczarskich i opakowań [22, 24, 29].

Podsumowując należy stwierdzić, że mleko repasteryzowane przeznaczone do produkcji serów: gouda I, tykociński i gouda II charakteryzowało się dobrą jakością mikrobiologiczną w każdej z trzech serii badawczych.

Oceniono też jakość mikrobiologiczną niektórych solanek. Wyniki przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2

Charakterystyka mikrobiologiczna solanek.
Microbiological characterization of brines.

Ser Cheese	Seria Series	Warianty doświadczenia Experiment variants	Miano coli Coli-group bacteria		Miano bakterii przetrwalnikujących Spore-forming bacteria	
			1	2	1	2
Gouda I	I	A	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^{-1}
		B	10^{-2}	10^{-2}	10^{-2}	10^{-1}
		C	10^{-2}	10^{-2}	10^{-2}	10^{-2}
	II	A	10^{-1}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-1}
		B	10^{-2}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-2}
		C	10^{-1}	10^{-1}	10^{-1}	10^{-1}
	III	A	10^{-3}	10^{-2}	10^{-2}	10^{-1}
		B	10^{-2}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}
		C	10^{-2}	10^{-2}	10^{-1}	10^{-1}
Tykociński	I	A	10^{-1}	10^{-1}	10^{-1}	10^{-1}
		B	nb	nb	nb	nb
		C	nb	nb	nb	nb
		D	10^{-2}	10^{-1}	10^{-1}	10^{-1}

Objaśnienia: / Explanatory notes:

1 - przed soleniem / prior to salting;

2 - po soleniu / after salting

Wyniki podane w tabeli stanowią wartości średnie z trzech próbek / Values as given in the table represent the mean value of three samples analyzed.

Miano coli i bakterii przetrwalnikujących beztlenowych solanek nie różniło się znacząco przed i po procesie solenia serów. W solankach do serów gouda I miano coli wynosiło od 10^{-1} do 10^{-3} , a miano bakterii przetrwalnikujących beztlenowych od 10^{-1} do 10^{-2} . W przypadku sera tykocińskiego wartości te były o rząd wielkości niższe i wynosiły: miano coli od nieobecne do obecne w 10^{-2} , a miano bakterii przetrwalnikujących beztlenowych od nb. do obecne w 10^{-1} . Jakość mikrobiologiczna przygotowanych kąpieli solankowo-azotanowych w dużym stopniu zależała od jakości solanki zakładowej używanej w produkcji od kilku miesięcy. Ogólnie jakość tej solanki można ocenić jako dobrą.

Wyniki oceny mikrobiologicznej serów gouda I, tykocińskiego i gouda II przedstawiono w tab. 3., 4. i 5.

W ocenie mikrobiologicznej serów ujęto dwa wyróżniki – miano coli oraz miano bakterii beztlenowych przetrwalnikujących.

Tabela 3

Jakość mikrobiologiczna sera gouda I.
Microbiological quality of the Gouda I cheese.

Wariant doświadczenia Experiment variants	Miano bakterii z grupy coli Coli-group bacteria					Miano bakterii beztlenowych przetrwalnikujących Spore-forming bacteria				
	po prasowaniu after pressing	po soleniu after salting	po 2 tyg. after 2 weeks	po 4 tyg. after 4 weeks	po 6 tyg. after 6 weeks	po prasowaniu after pressing	po soleniu after salting	po 2 tyg. after 2 weeks	po 4 tyg. after 4 weeks	po 6 tyg. after 6 weeks
seria I / series I										
A	10 ⁻³	nb	nb	nb	nb	nb	10 ⁻¹	nb	nb	nb
B	10 ⁻³	nb	nb	nb	nb	nb	10 ⁻¹	nb	nb	nb
C	10 ⁻³	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
K	10 ⁻³	10 ⁻¹	-	-	10 ⁻¹	nb	nb	-	-	nb
seria II / series II										
A	10 ⁻²	10 ⁻¹	nb	nb	nb	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻¹	10 ⁻¹	nb
B	10 ⁻²	nb	nb	nb	nb	10 ⁻¹	10 ⁻¹	nb	nb	nb
C	10 ⁻²	nb	nb	nb	nb	10 ⁻¹	nb	nb	nb	nb
K	10 ⁻²	10 ⁻¹	-	-	10 ⁻¹	nb	nb	-	-	nb
seria III / series III										
A	10 ⁻⁴	10 ⁻²	nb	nb	nb	10 ⁻¹	10 ⁻¹	10 ⁻¹	10 ⁻¹	nb
B	10 ⁻¹	10 ⁻¹	nb	nb	nb	10 ⁻¹	nb	nb	nb	nb
C	10 ⁻⁴	10 ⁻¹	nb	nb	nb	10 ⁻¹	nb	nb	nb	nb
K	10 ⁻³	10 ⁻²	-	-	10 ⁻¹	nb	nb	-	-	nb

Objaśnienia: / Explanatory notes:

nb - nieobecne w rozc. 10⁻¹ / absent in 10⁻¹ cm³ solution;

nie badano / not analyzed;

Wyniki podane w tabeli stanowią wartości średnie z trzech próbek / Values as given in the table represent the mean value of three samples analyzed.

Tabela 4

Jakość mikrobiologiczna sera tykocińskiego.

Microbiological quality of the Tykocinski cheese.

Wariant doświadczenia Experiment variants	Miano bakterii z grupy coli Coli-group bacteria				Miano bakterii beztlenowych przetrwalnijkujących Spore-forming bacteria			
	po prasowaniu after pressing	po soleniu after salting	po 4 tyg. after 4 weeks	po 6 tyg. after 6 weeks	po prasowaniu after pressing	po soleniu after salting	po 4 tyg. after 4 weeks	po 6 tyg. after 6 weeks
seria I / series I								
A	10 ⁻²	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
B	10 ⁻²	nb	nb	nb	nb	10 ⁻³	nb	nb
C	10 ⁻²	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
D	10 ⁻²	nb	nb	nb	nb	10 ⁻³	nb	nb
K	10 ⁻²	10 ⁻¹	nb	nb	nb	nb	nb	nb
seria II / series II								
A	10 ⁻¹	nb	nb	nb	nb	10 ⁻³	nb	nb
B	10 ⁻¹	nb	nb	nb	nb	10 ⁻²	nb	nb
C	10 ⁻¹	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
D	10 ⁻¹	10 ⁻³	10 ⁻¹	nb	nb	10 ⁻²	nb	nb
K	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻¹	nb	nb	10 ⁻³	nb	nb
seria III / series III								
A	10 ⁻¹	nb	nb	nb	nb	10 ⁻¹	nb	nb
B	10 ⁻¹	nb	nb	nb	nb	10 ⁻¹	nb	nb
C	10 ⁻¹	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
D	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻¹	nb	nb	10 ⁻²	nb	nb
K	10 ⁻¹	10 ⁻¹	10 ⁻¹	nb	nb	nb	nb	nb

Objaśnienia jak w tab. 3. / Explanatory notes as in Tab. 3.

Jakość mikrobiologiczna serów gouda II.

Tabela 5

Microbiological quality of the Gouda II cheese.

Wariant doświadczenia Experiment variants	Miano bakterii z grupy coli Coli-group bacteria		Miano bakterii beztlenowych przetrwalnikujących Spore-forming bacteria	
	po soleniu after salting	po 6 tyg. after 6 weeks	po soleniu after salting	po 6 tyg. after 6 weeks
seria I / series I				
A	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻¹	nb
B	10 ⁻⁵	10 ⁻³	10 ⁻¹	nb
C	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻¹	nb
D	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻¹
K	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻¹
seria II / series II				
A	10 ⁻³	10 ⁻³	nb	nb
B	10 ⁻⁵	10 ⁻²	10 ⁻¹	nb
C	10 ⁻⁵	10 ⁻³	nb	nb
D	10 ⁻⁴	10 ⁻²	nb	nb
K	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻¹	10 ⁻¹
seria III / series III				
A	10 ⁻⁵	10 ⁻³	10 ⁻¹	nb
B	10 ⁻⁵	10 ⁻³	10 ⁻¹	nb
C	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻¹	nb
D	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	nb	nb
K	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻¹	nb

Objaśnienia jak w tab. 3. / Explanatory notes as in Tab. 3.

W serach gouda I wszystkich wariantów doświadczalnych po soleniu zaobserwowano zmniejszenie populacji bakterii z grupy coli. Próbki sera po prasowaniu wykazywały miano coli od 10⁻¹ do 10⁻⁴, natomiast po soleniu od nieobecne w 10⁻¹ do obecne w 10⁻². Po 2 tygodniach dojrzewania miano coli wszystkich serów wariantów A, B i C wynosiło – nieobecne w 10⁻¹.

Miano bakterii beztlenowych przetrwalnikujących po soleniu wynosiło od nieobecne w 10⁻¹ do obecne w 10⁻¹ g. Zaobserwowano, że po procesie solenia serów w solance wariantu C następował całkowity zanik tych bakterii.

Dojrzałe sery gouda I charakteryzowały się wysoką jakością mikrobiologiczną i tylko w przypadku serów wariantu kontrolnego stwierdzono obecność bakterii z grupy coli w rozcieńczeniu 10⁻¹. Można więc stwierdzić, że dodatek saletry do mleka wpłynął tylko w niewielkim stopniu na zahamowanie rozwoju bakterii z grupy coli. Zakrzewski i wsp. [25] stwierdzili nawet stymulujący wpływ azotanów na rozwój tych bakterii.

Przybyłowski i wsp. [20] wykazali, że liczba bakterii z grupy coli w serach po ich uformowaniu nie była zależna od liczby tych bakterii w mleku pasteryzowanym, a od ilości dodanej saletry do mleka. Dodatek azotanów(V) wpływał nawet stymulująco na rozwój tych bakterii, o czym świadczy wyższe miano bakterii z grupy coli w większości próbek serów wyprodukowanych z dodatkiem KNO_3 . Zjawisko to wystąpiło przede wszystkim w serach po uformowaniu i soleniu, natomiast w dojrzałych serach nie stwierdzano już jednoznacznego oddziaływania saletry na rozwój bakterii z grupy coli. Zakrzewski i wsp. [25] również nie stwierdzili jednoznacznego wpływu ilości saletry dodanej do mleka na miano coli serów.

Natomiast solenie serów w solance zawierającej KNO_3 dość skutecznie ograniczyło rozwój bakterii grupy coli, jak również bakterii przetrwalnikujących beztlenowych (tab. 3). Jedynie w dojrzałych serach wariantu kontrolnego (z dodatkiem saletry do mleka) stwierdzano obecność bakterii z grupy coli w rozcieńczeniu 10^{-1} wszystkich trzech serii doświadczalnych.

W próbkach sera tykocińskiego miano coli po prasowaniu wynosiło od 10^{-1} do 10^{-2} , co może wynikać z wtórnego zakażenia mleka podczas obróbki w kotłach serowarskich oraz masy serowej podczas wlewania jej do wanien prasujących. Miano bakterii przetrwalnikujących beztlenowych kształtowało się na poziomie nieobecne w 10^{-1} g.

Analiza mikrobiologiczna sera tykocińskiego po soleniu wykazała, że sery wariantów doświadczalnych A, B i C nie zawierały bakterii z grupy coli w rozcieńczeniu 10^{-1} . Natomiast w serach wariantów doświadczalnych D i K stwierdzono obecność tych bakterii w rozcieńczeniu 10^{-1} – 10^{-3} . Świadczy to o hamującym wpływie azotanów(V) obecnych w solance na rozwój bakterii coli.

Zauważono jednak, że podczas dojrzewania serów wariantów D i K bakterie z grupy coli zmniejszały swoją populację. Po 4 tygodniach dojrzewania miano coli badanych próbek tych serów wynosiło od nieobecne w 10^{-1} do obecne w 10^{-1} . Natomiast w serach dojrzałych (po 6 tygodniach) nie stwierdzono już obecności bakterii z grupy coli zarówno w serach wariantów doświadczalnych A, B, C, jak i D i K.

Miano bakterii przetrwalnikujących beztlenowych sera tykocińskiego po prasowaniu wynosiło nieobecne w 10^{-1} w przypadku wszystkich wariantów doświadczalnych. Po soleniu serów w solance zawierającej duże, jak i małe stężenia azotanów(V) miano bakterii przetrwalnikujących wzrosło od 10^{-1} do 10^{-3} . Natomiast po 4 tygodniach dojrzewania nastąpił całkowity zanik tych bakterii i po 6 tygodniach wszystkie sery wykazywały miano nieobecne w 10^{-1} g.

Badania te nie potwierdziły w sposób jednoznaczny hamującego wpływu azotanów(V) na rozwój bakterii przetrwalnikujących. Podobne rezultaty otrzymali Pluta i wsp. [12], nie stwierdzając jednoznacznego hamującego wpływu dodatku saletry na rozwój przetrwalników w serach.

Jakubczyk [7, 8] wiąże jakość sera dojrzewającego z obecnością bakterii przetrwalnikujących beztlenowych i stwierdza, że obecność przetrwalników może wynikać z zawartości soli w masie sera oraz rodzaju zastosowanej szczepionki.

Sery gouda II charakteryzowały się gorszą jakością mikrobiologiczną w porównaniu z serami gouda I i tykocińskim. W serach gouda II po soleniu miano coli wynosiło od 10^{-3} do 10^{-5} . Można to wiązać z gorszą jakością mikrobiologiczną mleka przeznaczonego do produkcji tych serów, a także z możliwością wtórnego zakażenia mleka repasteryzowanego.

W czasie dojrzewania serów obserwowano zmniejszenie liczebności bakterii z grupy coli. Po 6 tygodniach dojrzewania miano coli wynosiło od 10^{-2} do 10^{-4} . Tylko w 2 przypadkach miano coli po 6 tygodniach nie pozostało na niezmiennym poziomie w porównaniu z wartością po soleniu: wariant C seria I – 10^{-4} i wariant A seria II – 10^{-3} . Tak więc i w tym przypadku nie można jednoznacznie stwierdzić hamującego wpływu azotanów(V) na bakterie z grupy coli.

Miano bakterii beztlenowych przetrwalnikujących w serach gouda II po soleniu wynosiło od nieobecne w 10^{-1} do obecne w 10^{-1} g. Bakterie przetrwalnikujące nieobecne były tylko w serach serii II wariantu A, C i D oraz w wariacie D serii III. Natomiast w dojrzałych serach doświadczalnych wariantów A, B i C nie stwierdzono obecności przetrwalników. Uzyskane wyniki pozwalają sądzić, że wpłynęły na to jony NO_3^- , które przeniknęły z solanki do miąższu sera. Jedynie w serach wariantu kontrolnego K serii I i II oraz wariantu D serii I stwierdzono obecność bakterii przetrwalnikujących w 0,1 g.

Działanie azotanów(III) na bakterie przetrwalnikujące może być uwarunkowane wielkością populacji i aktywnością bakterii z grupy coli, kwasowością środowiska, zawartością soli, aktywnością wody, aktywnością oksydazy ksantynowej, temperaturą dojrzewania serów [21, 23].

Wydaje się, że właśnie dość mała zawartość azotanów (III) i (V) w serach krajowych w porównaniu z serami z Danii i Holandii wynika z dużego zakażenia mleka i serów bakteriami z grupy coli, które intensywnie redukują azotany(V) [10, 11]. Zmarlicki [27] podaje, że z przebadanych na rynku warszawskim serów, sery importowane charakteryzowały się zwykle wyższą jakością mikrobiologiczną. Tylko w 5% próbek stwierdzono obecność bakterii *E. coli*, natomiast w próbkach serów krajowych w 51%.

Wyniki oceny sensorycznej serów wyprodukowanych zmodyfikowanym sposobem stosowania saletry potasowej przedstawiono w tab. 6.

Tabela 6

Wyniki sensorycznej oceny serów dojrzałych.
Sensory evaluation results of ripe cheeses.

Wariant dośw.	Seria	Klasa serów / Class cheeses
---------------	-------	-----------------------------

Experiment variants	Series	Gouda I	Tykociński	Gouda II
A	I	II	I	I
	II	I	I	I
	III	II	II	I
B	I	II	II	I
	II	I	II	I
	III	II	I	II
C	I	I	II	I
	II	II	Poza klasą Out of class	I
	III	II	I	I
D	I	-	II	II
	II	-	II	II
	III	-	II	I
K	I	II	II	II
	II	II	Poza klasą Out of class	II
	III	I	Poza klasą Out of class	II

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wyniki podane w tabeli stanowią wartości średnie z trzech próbek / Values as given in the table represent the mean value of three samples analyzed.

Ocena sensoryczna wykazała, że sery gouda I wariantów doświadczalnych A, B i C wykazywały cechy sera ementalckiego. Barwa serów i skórka były prawidłowe. Zapach i smak był łagodny, orzechowy, typowy dla sera ementalckiego. Sery miały duże oczka przez co wygląd zewnętrzny i kształt tych serów nadawał im oznaki wzdęcia. Będąc przedmiotem badań sery cieszyły się wysokim stopniem akceptacji wśród konsumentów. Spośród wszystkich rodzajów sera oferowanych przez Zakład Mleczarski w Pasłęku sery wyprodukowane wg wariantów doświadczalnych były bardziej preferowane przez konsumentów i handlowców niż sery z mleka z dodatkiem KNO_3 . Sery te mogłyby być wprowadzone do obrotu handlowego jako tzw. mini-ementaler (ze względu na wielkość bloków). Stwierdzone więc w ocenie serów cechy sera ementalckiego (zapach orzechowy, oczka duże i liczne) umożliwiły sklasyfikowanie wszystkich serów wariantu A, B i C jako wyrobów I i II klasy. Cechy typowe dla sera ementalckiego były skutkiem użycia zakwasu zawierającego m.in. bakterie propionowe. Natomiast sery wariantu kontrolnego zakwalifikowano jako sery gouda I i II klasy. Sery te nie wykazywały cech sera ementalckiego, bowiem dodatek

KNO_3 do mleka w ilości 0,02% uniemożliwił rozwój bakterii propionowych w miąższu sera i wykształcenie się cech typowych dla tego rodzaju sera.

Przeprowadzona ocena sensoryczna wykazała, że sery wszystkich wariantów doświadczalnych miały cechy typowe dla sera tykocińskiego tj.: smak słodki, lekko orzechowy, zapach czysty, łagodny. Jedynie sery wariantu K (kontrolny) serii II i III zostały zdyskwalifikowane ze względu na obcy nieprzyjemny zapach i pikantny, gorzki smak. Sery pozostałych wariantów doświadczalnych miały prawidłowy wygląd zewnętrzny, oczka były duże (wielkości czereśni), liczne i połyskliwe. Na niektórych blokach serów stwierdzono nieliczne pęknięcia na brzegach. Konsystencja ocenianych serów była elastyczna, sprężysta w całej masie. Większość ocenianych serów doświadczalnych wariantów A, B i C została zakwalifikowana do I i II klasy jakości. Jedynie sery wariantu C II zdyskwalifikowano ze względu na nietypowy, bardzo słodki smak oraz nieprawidłowe oczkowanie (liczna orzeszyna). Ogólnie sery cechowały się wysoką akceptacją osób oceniających je sensorycznie.

Przeprowadzona ocena sensoryczna serów gouda II wyprodukowanych w ramach I i II serii badań wykazała, że sery wariantów A, B i C miały cechy sera gouda. Oczkowanie było regularne, oczka były okrągłe i drobne, tylko czasami występowały pojedyncze orzeszynowate. Sery miały konsystencję elastyczną, sprężystą, jednolitą w całej masie. Jedynie w wariantcie C miąższ serów był lekko twardy. Smak i zapach ocenianych serów był łagodny, lekko orzechowy, typowy dla sera gouda. Dlatego też sery wariantu A, B i C zakwalifikowano do klasy I. Natomiast ser wariantu K zakwalifikowano do II klasy jakości. Charakteryzował się on twardą konsystencją, brakiem lub bardzo małymi oczkami, jałowym smakiem i zapachem. Ser wariantu D miał cechy podobne do wariantu K. Dlatego sery te także zakwalifikowano do II klasy jakości.

Z kolei ocena sensoryczna serów gouda II serii III badań wykazała, że sery te podobnie jak sery gouda I wykazały cechy sera ementalskiego. W miąższu tych serów wykształciły się liczne, duże, owalne oczka. Smak był słodkawy, a w niektórych przypadkach lekko pikantny (wariant B i C). Były to cechy typowe dla sera typu szwajcarskiego i było to efektem użycia zakwasu zawierającego bakterie propionowe. Sery te zakwalifikowano do I i II klasy jakości.

Ocena sensoryczna potwierdziła w badanych wyrobach cechy serów szwajcarskich (sery gouda I i sery gouda II serii III). W obu tych przypadkach stosowano zakwas na bazie kultur mrożonych, pochodzących z Zakładu Doświadczalnego Instytutu Mleczarstwa w Garwolinie, który jest także wykorzystywany do produkcji serów typu szwajcarskiego. Zakwas ten zawierał dodatek bakterii propionowych odpowiedzialnych za powstawanie słodkawego smaku i dużych oczek w serze. Ich rozwój był jednak możliwy tylko w serach wyprodukowanych z mleka bez dodatku KNO_3 .

Podsumowując wyniki tej oceny należy stwierdzić, iż możliwe jest wyprodukowanie serów dobrej jakości bez dodatku KNO_3 do mleka, co pozwala

również na otrzymanie serwatki częściowo lub całkowicie wolnej od azotanów (V) i (III). Taką serwatkę można przeznaczyć do produkcji koncentratu białek serwatkowych, poszukiwanego dodatku do żywności [5, 6, 17, 30].

Wnioski

1. Dodatek KNO_3 do solanki umożliwia wyprodukowanie serów twardych typu szwajcarskiego i holenderskiego o dobrych cechach jakościowych. Dyfuzja azotanów(V) z solanki do miąższu sera gwarantowała hamowanie rozwoju bakterii z grupy coli i bakterii fermentacji masłowej podczas solenia i dojrzewania serów.
2. Sery wyprodukowane wg tak zmodyfikowanego sposobu stosowania KNO_3 były klasyfikowane do wyższej klasy jakości niż sery wyprodukowane z dodatkiem KNO_3 do mleka.
3. Zmodyfikowany sposób stosowania KNO_3 przyczynia się do uzyskanie bezazotanowej serwatki, której możliwości wykorzystania w przemyśle spożywczym są bardzo szerokie.

Literatura

- [1] Bonczar G., Tomalski J.: Ocena jakości mleka surowego na podstawie wybranych parametrów. *Przegl. Mlecz.*, 1994, **2**, 35-37.
- [2] Cichosz G.: Jakość sera gouda w zależności od formy kultur starterowych. *Przegl. Mlecz.*, 2005, **2**, 4-8.
- [3] Cichosz G., Tomera K., Kornacki M.: Wpływ kultur probiotycznych na jakość sensoryczną serów typu holenderskiego. *Przegl. Mlecz.*, 2004, **1**, 10-15.
- [4] Czupa S.: MASTITIS „chorobą zawodową” krów mlecznych. *Przegl. Mlecz.*, 1998, **1**, 20-23.
- [5] Glibowski P.: Zastosowanie białek serwatkowych w przemyśle spożywczym. *Przegl. Mlecz.*, 2003, **9**, 10-13.
- [6] Imbs B.: Produkty z serwatki, rynek światowy i perspektywy. *Przem. Spoż.*, 2002, **11**, 36-37.
- [7] Jakubczyk E.: Jakość serów dojrzewających a przetrwalnikujące bakterie beztlenowe. Cz.I. *Przegl. Mlecz.*, 1996, **5**, 137-139.
- [8] Jakubczyk E.: Jakość serów dojrzewających a przetrwalnikujące bakterie beztlenowe. Cz.II. *Przegl. Mlecz.*, 1996, **6**, 173-176.
- [9] Jakubczyk E., Kosikowska M., Jaworski S.: Mikrobiologiczna ocena przetworów mlecznych metodami referencyjnymi wg Polskiej Normy i metodą PetrifilmTM. *Przegl. Mlecz.* 1998, **6**, 164-168.
- [10] Piątkiewicz A.: Mikroflora mleka i produktów mleczarskich – problem producenta i konsumenta. *Przegl. Mlecz.*, 1988, **6**, 21-23.
- [11] Pluta A.: Metody przedłużania trwałości mleka spożywczego. *Przegl. Mlecz.*, 1997, **8**, 221-226.
- [12] Pluta A., Gawęł J., Zmarlicki S.: Wpływ dodatku saletry do mleka serowarskiego na bakterie z grupy coli i przetrwalnikujące oraz jakość serów typu holenderskiego. *Przegl. Mlecz.*, 1985, **7**, 25-27.
- [13] PN-68/A-86030: Mleko i przetwory mleczarskie. Sery podpuszczkowe dojrzewające.
- [14] PN-77/A-86031: Mleko i przetwory mleczarskie. Badania mikrobiologiczne.

- [15] PN-ISO 4832:1998: Mikrobiologia. Ogólne zasady oznaczania liczby bakterii z grupy coli. Metoda płytkowa.
- [16] PN-93/A-86034.12: Mleko i przetwory mleczarskie. Badania mikrobiologiczne. Przetwarzalniki bakterii beztlenowych redukujących siarczyny – wykrywanie obecności i oznaczanie najbardziej prawdopodobnej liczby (NPL).
- [17] Przedpełski M., Szpineta D.: Serwatka – wartościowym komponentem żywności funkcjonalnej. Przem. Spoż., 2002, **11**, 38-39.
- [18] Przybyłowski P., Sajko W., Kiszka J., Janicka B.: Badania występowania azotanów i produktów ich przemian w mleku i wyrobach mleczarskich. Cz.I. Ocena cech fizykochemicznych i jakości mikrobiologicznej mleka stosowanego do wyrobu serów. Roczniki PZH, 1987, **3**, 206-213.
- [19] Przybyłowski P., Kiszka J., Karłowski K., Sajko W., Urbańska J., Janicka B.: Badania występowania azotanów i produktów ich przemian w mleku i wyrobach mleczarskich. Cz.II. Charakterystyka przemian azotanów i azotynów podczas produkcji i dojrzewania serów typu edamskiego i żuławskiego. Roczniki PZH, 1987, **3**, 214-228.
- [20] Przybyłowski P., Śmiechowska M., Steinka I.: Wpływ zróżnicowanego dodatku KNO_3 na jakość sera żuławskiego. Cz.II. Cechy mikrobiologiczne i organoleptyczne sera żuławskiego o różnym dodatku KNO_3 . Roczniki PZH, 1991, **1**, 9-13.
- [21] Przybyłowski P., Śmiechowska M., Steinka I.: Mikrobiologiczna i organoleptyczna jakość sera gouda wyprodukowanego z mleka o różnym dodatku KNO_3 . Przem. Spoż., 1991, **10**, 249-250.
- [22] Śmiechowska M., Przybyłowski P.: Application of mathematical functions for determination of nitrate residues in Żulaw, Gouda and Edam type cheese. Milchwissenschaft. 1994, **49 (11)**, 619-622.
- [23] Wojciechowski J., Matylla P.: Aktywność wody w wybranych przetworach mleczarskich. Przegł. Mlecz., 1994, **2**, 38-40.
- [24] Zając M., Burzyński A.: Mikroflora mleka i jego przetworów. Przegł. Mlecz., 1988, **4**, 5-7.
- [25] Zakrzewski E., Zmarlicki S., Gawel J., Dębska J.: Zmiany zawartości azotanów i azotynów podczas wyrobu i dojrzewania sera. Przem. Spoż., 1984, **8**, 300-303.
- [26] Ziajka S., Kröll J., Dzwolak W.: Wpływ surowca na jakość mleka spożywczego. Przegł. Mlecz., 1997, **9**, 262-265.
- [27] Zmarlicki S.: Jakość mleka i produktów mlecznych w Polsce – stan obecny i zadania na przyszłość. Przegł. Mlecz., 1997, **2**, 35-37.
- [28] Żbikowski Z., Żbikowska A.: Nowe procesy technologiczne w kreowaniu produktów mlecznych. Przegł. Mlecz., 2003, **4**, 130-133.
- [29] Żuraw J., Chojnowski W., Jęsiak Z.: Wpływ wybranych czynników technologicznych na jakość sera typu holenderskiego. Przegł. Mlecz., 1995, **12**, 345-350.
- [30] Zgłoszenie patentowe nr P 352082 na projekt wynalazczy pt. "Solenie serów podpuszczkowych dojrzewających typu holenderskiego i szwajcarskiego" – autorzy: P. Przybyłowski, E. Stasiuk, J. Tatarynowicz.

THE IMPACT OF A MODIFIED METHOD WITH KNO_3 APPLIED ON THE SENSORIAL AND MICROBIOLOGICAL FEATURES OF RIPENING RENNET CHEESES

S u m m a r y

Under the industrial conditions, a ripening rennet cheese was manufactured with a dash of saltpetre added to the brine instead to the milk. The cheese manufactured as described above was microbiologically and organoleptically evaluated. Control cheese samples, manufactured both with no saltpetre and with saltpetre added, served as a material for comparison.

It was stated that the Swiss and Dutch cheese types, manufactured using a modified method with nitrates(V) added, showed a good microbiological quality. The colia bacteria and the butter fermentation bacteria were inhibited in their growth. The ripe Gouda I cheeses, manufactured by a modified method of applying KNO_3 , had the counts of coli bacteria and of spore-forming bacteria at the same level, i.e. absent in a 10^{-1} g solution. The results obtained in the case of the ripe cheese of the Tykociński type were similar. The ripe Gouda II cheeses showed a worse microbiological quality compared to Gouda I and Tykocinski cheeses. The count of the spore-forming bacteria was: absent in 10^{-1} g, however, the counts of the coli-group bacteria ranged from 10^{-2} to 10^{-4} g.

Nevertheless, all the cheeses manufactured with the use of the modified method with saltpetre applied were more often classified as cheeses of higher quality. And the control chesses manufactured using nitrates added to milk designed for cheese were more often disqualified (i.e. regarded as out of 'class').

Key words: ripening rennet cheese, nitrates(V), brine, sensory evaluation, microbiological evaluation ☒