

GENOWEFA BONCZAR, MONIKA WSZOŁEK, WOJCIECH ZARÓD

WPLYW RODZAJU ZAKWASU I CZASU DOJRZEWANIA NA STOPIEŃ HYDROLIZY BIAŁKA W PÓLTWARDYCH PODPUSZCZKOWYCH SERACH OWCZYCH

Streszczenie

Wyprodukowano sery podpuszczkowe, dojrzewające, półtwarde z mleka owczego: a) z dodatkiem zakwasu termofilnego i b) mezofilnego. Analizowano zmiany zawartości różnych form związków azotowych w serach podczas 42-dniowego dojrzewania. Stwierdzono istotny wpływ rodzaju użytego zakwasu i czasu dojrzewania na zmiany zawartości związków azotowych rozpuszczalnych, amoniakalnych, aminokwasowych i niebiałkowych w badanych serach. Sery dojrzałe wyprodukowane z dodatkiem zakwasu mezofilnego charakteryzowały się wyższą zawartością związków azotowych niebiałkowych, amoniakalnych i aminokwasowych, a niższą zawartością związków azotowych rozpuszczalnych w porównaniu z serami z wyprodukowanymi z dodatkiem zakwasu termofilnego.

Wstęp

Sery bezpośrednio po wyrobieniu i nasoleniu nie wykazują jeszcze typowych cech sensorycznych, a więc specyficznego smaku, zapachu, odpowiedniej struktury i konsystencji, nabierają ich dopiero podczas dojrzewania, m.in. jako efekt przemian węglowodanów, białek i tłuszczów.

W procesie dojrzewania przemiany białek mają głównie charakter hydrolityczny, polegają na ich stopniowym rozpadzie do peptonów, peptydów i aminokwasów, z ewentualnymi dalszymi przemianami aminokwasów typu – deaminacja, dekarboksylacja, transaminacja i in. Hydroliza białek jest wynikiem działania proteaz oraz endo- i egzopeptydaz (amino-, karboksy- i dipeptydaza), przemiany aminokwasów prowadzą dekarboksylazy, deaminazy, transaminazy i in. [4, 6].

O początkowym etapie proteolizy w procesie dojrzewania serów decydują rodzime proteiny mlekowe związane z micelami kazeinowymi: kwaśna i alkaliczna (pla-

zmina). Aktywność ich wzrasta o 30–40% w temperaturze pasteryzacji 72°C prowadzonej przez 15 sek. Natomiast całkowita inaktywacja może nastąpić przy dłuższym ogrzewaniu (10 minut) w temp. 70°C i pH 4 [4].

Dalsze przemiany proteolityczne w serach zależą od ilości i rodzaju zastosowanego preparatu enzymatycznego koagulującego parakazeinian fosforowo-wapniowy oraz ilości, aktywności i rodzaju dodanego do mleka zakwasu. Podpuszczka, jako endopeptydaza, hydrolizuje kazeinę do peptydów [4, 5, 6, 7]. Rozkład hydrolityczny peptydów prowadzą zaś enzymy bakteryjne zakwasu lub wtórnej mikroflory. Główną rolę odgrywają bakterie fermentacji mlekowej, w większości serów niskodogrzewanych, paciorkowce, natomiast wysokodogrzewanych ciepłolubne pałeczki kwasu mlekowego [5, 6]. Pałeczki termofilne posiadają endo- i egzopeptydazy, u paciorkowców mlekowych aktywność wykazują głównie egzopeptydazy. Cichosz [6] podaje za innymi autorami, że aktywność proteolityczna pałeczek mlekowych (termofilnych i mezofilnych) jest z reguły wyższa niż mezofilnych paciorkowców.

Stopień dojrzałości sera jako wynik zmian proteolitycznych można ocenić sensorycznie, stwierdzając stopniowy zanik kwasowości i goryczki, pojawienie się typowego dla danego sera zapachu i smaku, obecność prawidłowych oczek, a także uplastycznienie się mięszu. Innym sposobem jest analiza chemiczna sera. Stosuje się oznaczenie różnych form związków azotowych w serze: rozpuszczalnych, aminokwasowych, amoniakalnych, niebiałkowych i in. Zawartość związków azotowych rozpuszczalnych wskazuje na początkową hydrolizę białka do peptydów, podczas gdy poziom związków azotowych amoniakalnych, aminokwasowych, czy niebiałkowych jest miarą rozkładu do aminokwasów, ich dekarboksylacji, deaminacji lub procesów degradacyjnych prowadzących do powstania nowych związków, m.in. amoniaku, aldehydów, ketonów [4, 5, 6, 7, 12].

Celem niniejszej pracy jest ocena wpływu rodzaju użytego zakwasu (termofilny i mezofilny) na proteolizę białka w półtwardym serze owczym podczas jego dojrzewania.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiło mleko mieszane polskich owiec długowłnistych, pobierane w owczarni należącej do Katedry Hodowli Owiec i Kóz AR w Krakowie. Stado maciorek liczyło 80 sztuk. Wiek owiec mieścił się w granicach od 2 do 7 lat. W okresie pobierania mleka do badań owce pasły się na pastwisku, ponadto otrzymywały słomę i wodę do woli. Mleko zbiorcze pobierano podczas doju rannego w ilości około 20 l, poddawano analizie, która obejmowała oznaczenie: zawartości suchej masy metodą suszenia, tłuszczu metodą Gerbera, związków azotowych ogółem i kazeiny (po wytrąceniu jej roztworem octanu sodu i kwasu octowego) na aparacie Büchi, laktozy

metodą Bertranda, pH pehametrycznie, kwasowość miareczkową metodą Soxhletha-Henkla, gęstość laktodensymetrem [10].

Z mleka pełnego produkowano, w trzech seriach doświadczenia, po dwa sery podpuszczkowe, według poniżej przedstawionych metod, przeprowadzając obróbkę termiczno-mechaniczną mleka i ziarna serowego w kociołku do serów z płaszczem wodnym Kochstar.

1. ser – przedcedzenie 10 l mleka, przelanie do kociołka serowego, pasteryzacja w 72°C przez 15 s., schłodzenie do 32°C, dodatek zakwasu mezofilnego firmy Hansen typu DVS-CH-N-22 o składzie: *Lac. lactis ssp. lactis*, *Lac. lactis ssp. cremoris*, *Lac. lactis ssp. diacetilactis*, *Leuconostoc cremoris* w ilości 0,9-1,5%, dojrzewanie mleka kotłowego do uzyskania kwasowości około 0,6° SH wyższej od mleka przed dodaniem zakwasu, dodatek farby serowarskiej (4 krople na 10 l mleka), zaprawianie podpuszczką o mocy 1:1000 w ilości pozwalającej uzyskać skrzep średniozwięzły w ciągu 40 min. (ok. 1,5 ml na 10 l mleka), krojenie skrzepu na ziarno wielkości 6-12 mm, osuszanie ziarna około 10 minut, odczerpanie 20% objętości serwatki, dodatek 20% wody spasteryzowanej o temp. 32°C, dogrzewanie gęstwy do temp. 37°C (przyrost temperatury 1°C/5 min.), dosuszanie ok. 10 minut w temp. 37°C, odczerpanie serwatki i napełnianie ogrzanej do 45°C formy perforowanej gęstwą serową (wymiary formy 10 cm x 10 cm x 24 cm), odwracanie sera co 1/2 h przez 3 h, pozostawienie sera w formie do następnego dnia w 20°C, solenie sera w solance o stężeniu NaCl 18%, pH 5,3, w 12-14°C przez 24 h, dojrzewanie w temp. 13°C, wilgotności względnej 85% przez 42 dni.

2. ser – produkowano według powyższej metody, wprowadzając następujące modyfikacje: schłodzenie mleka po pasteryzacji do 40°C, dodatek zakwasu jogurtowego termofilnego DVS -YC-380 o składzie: *L. delbrueckii ssp. bulgaricus*, *Str. salivarius ssp. thermophilus* w ilości 0,8-1,5%, dojrzewanie mleka do uzyskania przyrostu kwasowości o około 0,6°SH w porównaniu z kwasowością mleka przed dodaniem zakwasu, obniżanie temperatury mleka do 32°C. Następnie postępowano dokładnie tak, jak przy produkcji sera 1 z użyciem zakwasu mezofilnego, czyli dodanie farby serowarskiej, zaprawianie podpuszczką itd.

W serach świeżych jednodniowych (po nasoleniu) oznaczono: zawartość suchej masy metodą suszenia, tłuszczu metodą butyrometryczną w tłuszczomierzu van Gulika, pH, związków azotowych ogółem, rozpuszczalnych i amoniakalnych według Polskich Norm [11] oraz związków azotowych aminokwasowych metodą Stadhoudersa [14], związków azotowych niebiałkowych metodą Schöbera [13].

W czasie dojrzewania serów – po 14, 28 i 42 dniach – dokonano ich analizy, oznaczając pH, zawartość związków azotowych rozpuszczalnych, amoniakalnych, aminokwasowych i niebiałkowych. Obliczono % udział poszczególnych form związków azotowych w stosunku do związków azotowych ogółem.

Wyniki opracowano statystycznie obliczając średnie, odchylenie standardowe oraz analizę zmienności, w celu wykazania wpływu rodzaju szczepionki i czasu dojrzewania serów na zmiany oznaczanych związków azotowych i pH. Zastosowano program komputerowy Statgraphic wersja 3.0.

Wyniki i ich omówienie

Przedstawione w tabeli 1. średnie wartości składu chemicznego i cech fizycznych mleka owczego, będącego surowcem do produkcji serów, nie odbiegają od wartości podawanych w literaturze dla mleka tego gatunku zwierząt gospodarskich [1, 2, 9]. Mleko owcze charakteryzuje się wysoką zawartością suchej masy, tłuszczu, związków azotowych oraz kazeiny i wyróżnia się na korzyść pod względem wartości tych parametrów w porównaniu do mleka pochodzącego od krów czy kóz [1, 9].

Tabela 1

Właściwości mleka owczego.
Raw sheep milk properties.

Właściwości mleka / Milk parameters	x
Zawartość suchej masy [%]	18,21±0,55
Zawartość tłuszczu [%]	6,9±0,29
Zawartość związków azotowych ogółem [%]	5,95±0,12
Zawartość kazeiny [%]	4,53±0,15
Zawartość laktozy [%]	4,69±0,05
Kwasowość miareczkowa [°SH]	11,1±0,26
pH	6,68±0,01
Gęstość [g/cm ³]	1,033±0,001

Wyniki analizy serów jednodniowych przedstawiono w tabeli 2. Nie stwierdzono statystycznie istotnego wpływu rodzaju użytego zakwasu na zawartość wody, tłuszczu i związków azotowych ogółem w serach jednodniowych. Zawartość wody wynosząca w serach z użyciem zakwasu termofilnego średnio 50,78%, a mezofilnego 51,46%, pozwala zaliczyć je według klasyfikacji Scott'a [7] do grupy serów półtwardych (zawartość wody od 44% do 55%). Na podstawie średniej zawartość tłuszczu (odpowiednio 25,0% i 27,0%) i tłuszczu w suchej masie (odpowiednio 50,8% i 55,6%) można uznać badane sery owcze jako pełnotłuste [12].

W różnych krajach prowadzone badania składu chemicznego jednodniowych, dojrzewających serów owczych wykazały, że w zależności od metody obróbki skrzepu mogą zawierać od 26,6% (mesanarah w Syrii) do ponad 55,6% (bundz) wody [1, 2, 3,

8, 9]. Zawartość tłuszczu w różnych serach może się wahać od 18,8% (świeży bundz) do 38,8% (roncal z Hiszpanii), a związków azotowych ogółem od 15,9% (bundz) do 35,6% (medaffarah w Syrii) [3, 7, 8]. Zarówno Fox [7], jak i Anifantakis [cyt. przez Haenleina 8] podają nieco niższe niż stwierdzone w niniejszej pracy wartości dla poszczególnych form związków azotowych w serach kashkaval i kopanisti: dla % udziału związków azotowych rozpuszczalnych w związkach azotowych ogółem od 4,13% do 7,4%, udziału związków azotowych niebiałkowych 0,7%. Z danych zawartych w tabeli 2. wynika, że w zależności od rodzaju zastosowanego do produkcji serów zakwasu można zaobserwować niewielkie różnice w zawartości niektórych form związków azotowych, istotne statystycznie jedynie w przypadku związków azotowych rozpuszczalnych, których w serach jednodniowych wyprodukowanych z użyciem zakwasu termofilnego było mniej niż w serach z użyciem zakwasu mezofilnego.

Tabela 2

Właściwości 1-dniowych serów owczych.
Characteristics of 1 day ripened sheep cheeses.

Badane parametry Parameters	Rodzaj szczepionki / Starter culture	
	Termofilna	Mezofilna
Zawartość wody [%]	50,78 ± 3,02	51,46 ± 3,37
Zawartość tłuszczu [%]	25,0 ± 0,95	27,0 ± 1,08
Zawartość związków azotowych ogółem [%]	19,84 ± 1,04	20,71 ± 1,32
Zawartość związków azotowych rozpuszczalnych [% N]	0,353 ± 0,008 A	0,450 ± 0,007 A
Zawartość związków azotowych amoniakalnych [% N]	0,055 ± 0,002	0,047 ± 0,001
Zawartość związków azotowych aminokwasowych [% N]	0,090 ± 0,007	0,083 ± 0,002
Zawartość związków azotowych niebiałkowych [% N]	0,073 ± 0,002	0,090 ± 0,003
Zawartość związków azotowych rozpuszczalnych / związków azotowych ogółem [%]	11,37 ± 0,27 a	13,83 ± 0,22
Zawartość związków azotowych aminokwasowych / związków azotowych ogółem [%]	2,89 ± 0,22	2,36 ± 0,22
Zawartość związków azotowych amoniakalnych / związków azotowych ogółem [%]	1,73 ± 0,07	1,46 ± 0,03
Zawartość związków azotowych niebiałkowych / związków azotowych ogółem [%]	2,36 ± 0,06	2,77 ± 0,10
pH	5,47 ± 0,05 a	4,90 ± 0,06 a

A – stwierdzona statystycznie wysokoistotna różnica między średnimi oznaczonymi tymi samymi literami (p<0,01)

a – stwierdzona statystycznie istotna różnica między średnimi oznaczonymi tymi samymi literami (p<0,05)

A – statistically highly significant difference between the average with this some letter (p<0,01)

a – statistically significant difference between the average with this some letter (p<0,05)

Tabela 3

Zmiany pH oraz zawartości różnych form związków azotowych w serach owczych wyprodukowanych z dodatkiem zakwasu termofilnego i mezofilnego.

Changes of pH and different nitrogen substances forms in sheep cheeses produced of milk fermented by thermophilic and by mesophilic starter.

Badane parametry Parameters	Dni dojrzewania Days of ripening	Zakwas termofilny Thermophilic starter x	Zakwas mezofilny Mesophilic starter x
Zawartość związków azotowych rozpuszczalnych [% N]	1	0,353 ± 0,008	0,450 ± 0,007
	14	0,523 ± 0,010	0,503 ± 0,022
	28	0,610 ± 0,015	0,587 ± 0,011
	42	0,666 ± 0,025	0,637 ± 0,018
Zawartość związków azotowych amoniakalnych [% N]	1	0,055 ± 0,002	0,045 ± 0,002
	14	0,045 ± 0,002	0,044 ± 0,002
	28	0,055 ± 0,002	0,056 ± 0,001
	42	0,080 ± 0,003	0,076 ± 0,001
Zawartość związków azotowych aminokwasowych [% N]	1	0,090 ± 0,007	0,083 ± 0,002
	14	0,097 ± 0,008	0,090 ± 0,003
	28	0,133 ± 0,051	0,187 ± 0,018
	42	0,187 ± 0,021	0,243 ± 0,025
Zawartość związków azotowych niebiałkowych [% N]	1	0,073 ± 0,002	0,090 ± 0,003
	14	0,083 ± 0,002	0,110 ± 0,007
	28	0,097 ± 0,002	0,140 ± 0,009
	42	0,120 ± 0,003	0,167 ± 0,011
Zawartość związków azotowych rozpuszczalnych / związków azotowych ogółem [%]	1	11,37 ± 0,27	13,83 ± 0,22
	14	16,61 ± 0,32	15,25 ± 0,67
	28	19,00 ± 0,48	17,51 ± 0,32
	42	19,99 ± 0,58	18,68 ± 0,516
Zawartość związków azotowych aminokwasowych / związków azotowych ogółem [%]	1	2,89 ± 0,22	2,36 ± 0,22
	14	3,07 ± 0,17	2,81 ± 0,11
	28	4,15 ± 0,11	5,57 ± 0,55
	42	5,72 ± 0,45	6,29 ± 1,05
Zawartość związków azotowych amoniakalnych / związków azotowych ogółem [%]	1	1,73 ± 0,068	1,46 ± 0,03
	14	1,43 ± 0,068	1,32 ± 0,06
	28	1,71 ± 0,071	1,68 ± 0,04
	42	2,44 ± 0,108	2,23 ± 0,03
Zawartość związków azotowych niebiałkowych / związków azotowych ogółem [%]	1	2,36 ± 0,06	2,77 ± 0,10
	14	2,65 ± 0,07	3,33 ± 0,20
	28	3,01 ± 0,07	4,18 ± 0,26
	42	3,68 ± 0,10	4,90 ± 0,55
pH	1	5,47 ± 0,05	4,90 ± 0,06
	14	5,53 ± 0,04	5,01 ± 0,06
	28	5,35 ± 0,04	5,01 ± 0,02
	42	5,44 ± 0,14	4,89 ± 0,02

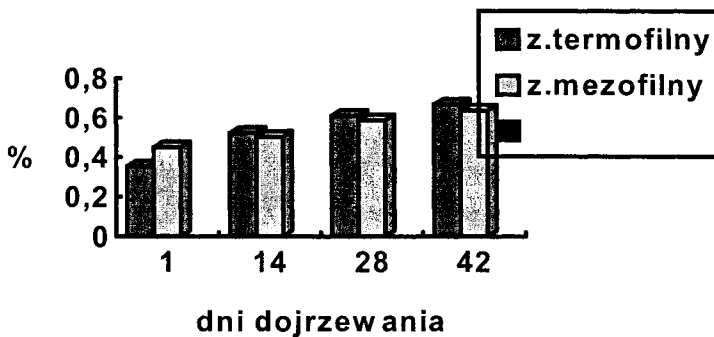
Pirisi i wsp. [9] stwierdzili, że jednodniowe sery owcze z mleka dodatkiem szczepionki bakterii termofilnych zawierały od 0,32% do 0,37% związków azotowych rozpuszczalnych, a udział w serach związków azotowych niebiałkowych w związkach azotowych ogółem wynosił od 2,65% do 2,86%. Były to więc wartości zbliżone do uzyskanych w niniejszej pracy.

Kwasowość czynna (pH) serów jednodniowych z mleka owczego doprawianego zakwasem termofilnym była wyższa niż serów wyprodukowanych z użyciem zakwasu mezofilnego (odpowiednio 5,47 i 4,90). Fox [7] podaje, że pałeczki termofilne posiadają wyższą zdolność ukwaszania od paciorkowców termo- oraz mezofilnych. Być może jednak bakterie mezofilne miały lepsze warunki do rozwoju w mleku i skrzepie podczas jego obróbki termiczno-mechanicznej (optymalna temperatura), lub też zakwas termofilny użyty w niniejszej pracy zawierał więcej paciorkowców niż pałeczek.

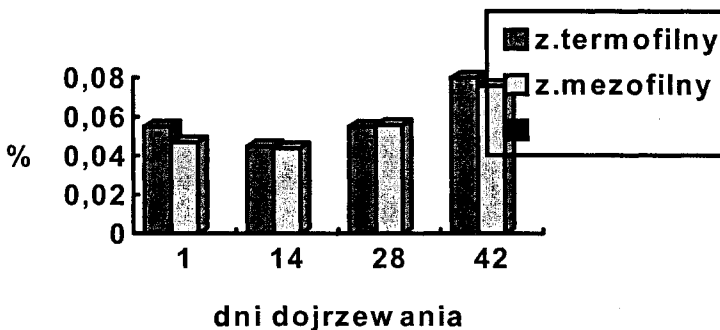
W tabeli 3. przedstawiono zmiany zawartości różnych form związków azotowych oraz pH w serach w okresie 6 tygodniowego dojrzewania. Wynika z nich, że poziom wszystkich form związków azotowych zmieniał się w czasie dojrzewania, zarówno w serach wyprodukowanych z dodatkiem zakwasu termofilnego, jak i mezofilnego. Takie zmiany potwierdzają opinię wielu autorów, że przemiany białek pogłębiają się w serach wraz z upływem czasu dojrzewania. Fox [7] podaje, że udział związków azotowych rozpuszczalnych w stosunku do związków azotowych ogółem wzrasta od wartości 4,13% w 1 dniu do 12,61% po 60 dniach dojrzewania. W kashkavalu następuje również intensywny wzrost zawartości związków azotowych aminokwasowych wraz z upływem okresu dojrzewania, natomiast zawartość związków azotowych amoniakalnych wzrasta bardzo nieznacznie [7]. Anifantakis, cyt. przez Haenleina [8] zaobserwował wzrost udziału związków azotowych rozpuszczalnych w stosunku do związków azotowych ogółem od 7,4% w 1 dniu do 28,9% w 46 dniu dojrzewania, natomiast niebiałkowych od 0,7% do 6,6% pod koniec dojrzewania. Wielu autorów podaje, jaki jest udział różnych form związków azotowych w serach dojrziałych. Fox [8] cytuje za innymi autorami, że stosunek związków azotowych rozpuszczalnych do związków azotowych ogółem w serach hiszpańskich z mleka owczego jest zróżnicowany od 25,9% do 58,1%. W serze portugalskim, półmiękkim serra da estrella wynosi po 6 tygodniach dojrzewania 49,2%. Z badań Bonczar i wsp. [2] wynika, że w 7-dniowym bundzu wartość tego parametru wynosi od 9,29% do 11,70%. W literaturze podawane są szerokie zakresy wahań udziału związków azotowych niebiałkowych w stosunku do związków azotowych ogółem w serach z mleka owczego od 4,4% (burgos) do 55,4% (cabrales), natomiast udział związków azotowych amoniakalnych od 0,5% do 10,4% [7].

Jak wynika z danych zawartych w tabeli 3. oraz rys. 1, 2, 3 i 4 przemiany związków azotowych w serach owczych przebiegały z różną intensywnością w zależności od rodzaju dodanego do mleka zakwasu. Początkowo sery jednodniowe wyprodukowane

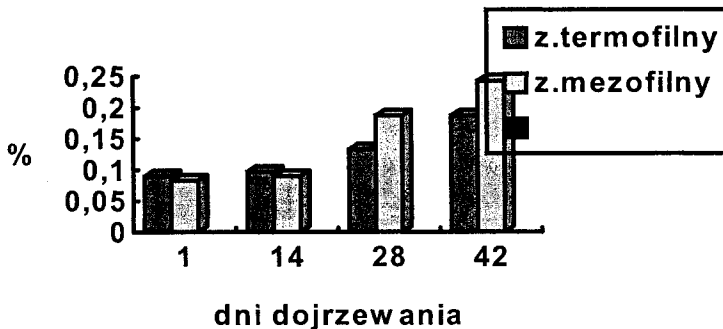
z zakwasem termofilnym zawierały mniej związków azotowych rozpuszczalnych, jednak już po 14 dniach ich poziom okazał się nieco wyższy i tak pozostało do końca okresu dojrzewania (rys. 1). Zawartość związków azotowych amoniakalnych w serach z zakwasem termofilnym był przez cały czas dojrzewania nieco wyższy (rys. 2). Pod względem zawartości związków azotowych aminokwasowych dają się zauważyć inne tendencje w początkowym okresie dojrzewania niż pod koniec. W serach z mleka zaszczonego zakwasem mezofilnym zawartość związków azotowych aminokwasowych była wyraźnie wyższa w drugiej połowie, a zawartość związków azotowych niebiałkowych wyższa przez cały okres dojrzewania w porównaniu z serami wyprodukowanymi z dodatkiem zakwasu termofilnego (rys. 3 i 4).



Rys. 1. Zmiany zawartości związków azotowych rozpuszczalnych w serach podczas dojrzewania.
Fig. 1. Changes in soluble nitrogen substances content during ripening of cheeses.

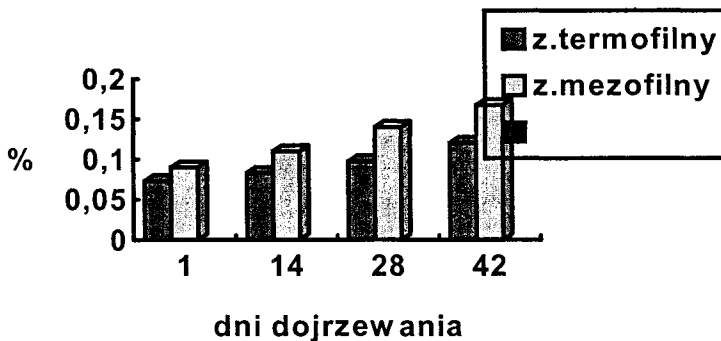


Rys. 2. Zmiany zawartości związków azotowych amoniakalnych w serach podczas dojrzewania.
Fig. 2. Changes in ammonium nitrogen substances content during ripening of cheeses.



Rys. 3. Zmiany zawartości związków azotowych aminokwasowych w serach podczas dojrzenia.

Fig. 3. Changes in amino acids nitrogen substances content during ripening of cheeses.



Rys. 4. Zmiany zawartości związków azotowych niebiałkowych w serach podczas dojrzenia.

Fig. 4. Changes in non-protein nitrogen substances content during ripening of cheeses.

Powyższe wyniki świadczą o zróżnicowanej aktywności peptydaz zakwasu mezo-filnego i termofilnego w czasie dojrzenia serów.

Wszolek [15] badała przemiany związków azotowych w dojrzewających półtwardych serach kozich i stwierdziła, że zakwas termofilny w porównaniu z mezofilnym spowodował większy przyrost w czasie dojrzenia udziału związków azotowych rozpuszczalnych i niebiałkowych w związkach azotowych ogółem, co potwierdzają wyniki uzyskane w niniejszej pracy.

Jak wynika z wartości zamieszczonych w tabeli 3. pH serów zarówno wyprodukowanych z dodatkiem zakwasu termofilnego jak i mezofilnego ulegało niewielkim wahaniom, po 14 i 28 dniach nieco wzrastało, po 42 dniach osiągało wartość równą początkowej. Choisy i wsp. [4] podają, że pH serów twardych wzrasta nieznacznie w czasie dojrzenia, w porównaniu z pH serów miękkich. Badania serów z mleka

Zmiany średnich wartości badanych parametrów w serach owczych w zależności od rodzaju użytego zakwasu i czasu dojrzewania.
Average levels changes of searched parameters in sheep cheeses depending on ripening time and the type of starter used.

Badane parametry Parameters	Rodzaj zakwasu Type of starter		Czas dojrzewania serów Ripening time			
	termofilny x	mezofilny x	1 dzień	14 dzień	28 dzień	42 dzień
Zawartość związków azotowych rozpuszczalnych [% N]	0,538 ± 0,004 A	0,544 ± 0,004 A	0,402 ± 0,088 BCD	0,513 ± 0,088 Ba	0,598 ± 0,088 C	0,652 ± 0,088 Da
Zawartość związków azotowych amoniakalnych [% N]	0,059 ± 0,002	0,064 ± 0,002	0,051 ± 0,004	0,044 ± 0,004 ab	0,056 ± 0,004 a	0,078 ± 0,004 b
Zawartość związków azotowych aminokwasowych [% N]	0,127 ± 0,003	0,151 ± 0,003	0,087 ± 0,007 AB	0,093 ± 0,007 Ca	0,160 ± 0,007 Aa	0,215 ± 0,007 BC
Zawartość związków azotowych niebiałkowych [% N]	0,093 ± 0,001 A	0,127 ± 0,001 A	0,082 ± 0,003 BC	0,097 ± 0,003 Cab	0,118 ± 0,003 Bac	0,143 ± 0,003 Cbc
Zawartość związków azotowych rozpuszczalnych / związków azotowych ogółem [%]	16,74 ± 0,13	16,32 ± 0,13	12,60 ± 0,26 ABC	15,93 ± 0,26 AEa	18,26 ± 0,26 Ba	19,34 ± 0,26 CE
Zawartość związków azotowych aminokwasowych / związków azotowych ogółem [%]	3,96 ± 0,12	4,26 ± 0,12	2,62 ± 0,23 Aa	2,94 ± 0,23 Bb	4,86 ± 0,23 ab	6,00 ± 0,23 AB
Zawartość związków azotowych amoniakalnych / związków azotowych ogółem [%]	1,82 ± 0,01	1,67 ± 0,01	1,59 ± 0,04 Aa	1,37 ± 0,04 BCa	1,70 ± 0,04 BD	2,33 ± 0,04 ACD
Zawartość związków azotowych niebiałkowych / związków azotowych ogółem [%]	2,92 ± 0,04 A	3,79 ± 0,04 A	2,56 ± 0,08 BC	2,99 ± 0,08 D	3,60 ± 0,08 Ca	4,29 ± 0,08 BDa
pH	5,45 ± 0,02 A	4,95 ± 0,02 A	5,18 ± 0,03	5,27 ± 0,03	5,18 ± 0,03	5,16 ± 0,03

A, B, C, D – stwierdzona statystycznie wysokoistota różnica między średnimi oznaczonymi tymi samymi literami w wierszach ($p < 0,01$)

a, b – stwierdzona statystycznie istotna różnica między średnimi oznaczonymi tymi samymi literami w wierszach ($p < 0,05$)

A, B, C, D – statistically highly significant difference between the average with this some letter in rows ($p < 0,01$)

a, b – statistically significant difference between the average with this some letter in rows ($p < 0,05$)

owczego prowadzone przez wielu autorów wykazały, że ich pH jest zróżnicowane w zależności od rodzaju sera (od 4,9–5,13 – kashkaval, 5,1 – serra da estrella, 5,0 – medaffarah, 6,08 – azul 6,08, 5,15–6,28 – awshari, ok. 6,3 – bundz) i wzrasta w miarę dojrzewania [3, 7].

W tabeli 4. zestawiono średnie wartości badanych form związków azotowych w serach wyprodukowanych z użyciem zakwasu termofilnego oraz mezofilnego w czasie 6-tygodniowego dojrzewania. Wynika z nich, że na poziom niektórych wpłynął rodzaj użytego zakwasu, natomiast czas dojrzewania na wartości wszystkich form związków azotowych. Sery wyprodukowane z użyciem zakwasu termofilnego zawierały średnio statystycznie istotnie więcej jedynie związków azotowych amoniakalnych, natomiast mniej pozostałych form związków azotowych, szczególnie niebiałkowych. Wyższe było również średnie pH tych serów.

Wnioski

1. Stwierdzono istotny wpływ rodzaju zakwasu i czasu dojrzewania na zawartość różnych form związków azotowych w serach.
2. Sery sześciotygodniowe wyprodukowane z dodatkiem zakwasu mezofilnego charakteryzowały się wyższą zawartością związków azotowych niebiałkowych, amoniakalnych i aminokwasowych, a niższą rozpuszczalnych w porównaniu z serami wyprodukowanymi z dodatkiem zakwasu termofilnego.
3. Dodatek zakwasu mezofilnego lub termofilnego do produkcji serów półtwardych podpuszczkowych wpływa na zróżnicowanie przebiegu przemian związków azotowych w serach w czasie dojrzewania.

LITERATURA

- [1] Alichanidis E., Polychroniadou A.: Special features of dairy products from ewe and goat milk from the physicochemical and organoleptic point of view. Proceedings of the IDF CIRVAL Seminar in Creta (Greece), 19-21 October, 1995, 21-23.
- [2] Biss K.: Sheep and goat cheese. Journal of Society of Dairy Technology, **44**, 1991, 4, 104.
- [3] Bonczar G., Ciuryk S., Frajdenberg I., Pastuszka E.: Przydatność mleka różnych ras owiec do produkcji bundzu. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie. S. Technologia Żywności, 1998. 10, 5.
- [4] Choisy C., Desmazeaud M., Gripon J.C., Lamberet G, Lenoir J., Tourner C.: Microbiological and biochemical aspects of ripening. Cheese Making Science Technology, Paris, 1987, 62.
- [5] Cichosz G.: Proteiny i peptydazy paciorkowców mlekowych - wpływ na degradację kazeiny i parakazeiny. Acta Academiae Agriculturae ac Technicae Olstenensis. Technologia Alimentorum, **28**, 1995, supl. B.
- [6] Cichosz G.: Czynniki determinujące cechy organoleptyczne serów. Proteoliza. Przegląd Mleczarski, 9, 1997, 270.

- [7] Fox P.F.: Cheese: chemistry, physics and microbiology, t.2, Elsevier Applied Science London and New York, 1987.
- [8] Haenlein G.F.W., Nutritional value of dairy products of ewes and goats milk. Sheep Dairy News, 13, 1996, 1, 10.
- [9] Pirisi A., Piredda G., Di Salvo R., Papoff C.M., Pintus S.: Influence of ovine α_{s1} -casein genotype on milk composition and cheese yielding capacity. Proceedings of the IDF Greek National Committee of IDF CIRVAL Seminar held in Creta (Greece) 19-21 October, 1995, 179.
- [10] Polska Norma 68/A-86122. Mleko. Metody badań.
- [11] Polska Norma 73/A-86232. Mleko i przetwory mleczne. Sery. Metody badań
- [12] Rymaszewski J., Śmietana Z.: Sery dojrzewające i sery twarogowe. Mleczarstwo, t.2 pod redakcją S. Ziajki. Wyd. ART Olsztyn, 1997.
- [13] Schöber R., Niclaus W., Christ W.: Anwendung der „Finger-Abdruck Methode” auf Kennzeichnung von Käsesortewn durch ihre proteolytischen Inhaltsstoffe. Milchwissenschaft, 16, 1961, 140.
- [14] Stadhouders F.: The hydrolysis of protein during the ripening of Dutch cheese. The enzyme and bacteria involved. Neth. Milk Dairy, 14, 1960, 89.
- [15] Wszolek M., Wpływ rodzaju zakwasu na stopień hydrolizy białka w serach z mleka koziego. Mat. VII Sesji Naukowej: Postęp w technologii, technice i organizacji mleczarstwa. Olsztyn 15-16. 02. 1999 r., 260.

THE INFLUENCE OF STARTER CULTURE USED AND RIPENING TIME ON CHANGES OF PROTEIN HYDROLYSIS IN SHEEP HALF-HARD CHEESES

S u m m a r y

The sheep half-hard cheeses were produced by rennet coagulation: a. with the thermophilic starter addition and b. with mesophilic stater addition. The changes of different nitrogen substances forms in cheeses during 42 days ripening storage period were examined. The significant influence of starter kind and of ripening time on changes of soluble nitrogen substances content, ammonium nitrogen substances content, amino acids nitrogen substances content and non-protein nitrogen substances content was established in tested cheeses. The cheeses produced with mesophilic starter addition had the significantly higher non-protein nitrogen substances content, ammonium nitrogen substances content and amino acids nitrogen content, when soluble nitrogen content was lower than in cheeses produced with thermophilic starter addition. ☒