

## **Sprawozdanie z badań na rzecz rolnictwa ekologicznego finansowanych przez MRiRW w 2020 roku**

**pt. „Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi:  
Optymalizacja technologii procesów przetwórstwa mięsa, mleka i produktów  
akwakultury z jednoczesnym wydłużeniem trwałości przechowalniczej. Temat:  
Zastosowanie środowiskowych bakterii kwasu mlekowego do optymalizacji procesu  
produkcji ekologicznych twarogów.”**

Kierownik zadania: Prof. dr hab. inż. Zbigniew Dolatowski

Warszawa 2020

# **Sprawozdanie z badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego w roku 2020**

pt. „Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi: Optymalizacja technologii procesów przetwórstwa mięsa, mleka i produktów akwakultury z jednoczesnym wydłużeniem trwałości przechowalniczej. Temat: Zastosowanie środowiskowych bakterii kwasu mlekowego do optymalizacji procesu produkcji ekologicznych twarogów.”

## **Realizacja projektu:**

**Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego  
im. prof. Wacława Dąbrowskiego - Zakład Technologii Mięsa i Tłuszczu**

Wykonawcy:

IBPRS

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Dolatowski

Dr inż. Piotr Szymański

Dr inż. Anna Okoń

Mgr inż. Beata Łaszkiewicz

Mgr inż. Urszula Siekierko

Mgr inż. Aneta Kern-Jędrychowska

Mgr inż. Jakub Kern-Jędrychowski

Mgr inż. Julia Szumska

Mgr inż. Aleksandra Kutyla

Inż. Maria Wawrzyniewicz

Tech. Wiesława Popławska

## **Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie**

### **Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności**

Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska – kierownik Zakładu

Dr hab. Dorota Zielińska

Dr hab. Monika Trząskowska

Dr hab. Danuta Jaworska

Dr inż. Katarzyna Neffe-Skocińska

Dr inż. Barbara Sionek

Joanna Horoszewicz

### **Rodzinne Gospodarstwo Ekologiczne "FIGA"**

Mszana 44/2, 38-454 Mszana

Waldemar Maziejuk

Tomasz Maziejuk

### **Gospodarstwo Ekologiczne "Jurajski Koziółek"**

Kopalniana 2, 42-360 Jastrząb

Bogusław Kutuba

Elżbieta Matusek

### **Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie - Oddział w Radomiu**

Dr inż. Henryk Skórnicki - Dyrektor

Inż. Janusz Tomasz Lesisz

Inż. Andrzej Śliwa

## **Spis treści**

|                                                            |            |
|------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Część I (Wprowadzenie do problemu badawczego) .....</b> | <b>3</b>   |
| <b>Część II (Wyniki badań).....</b>                        | <b>23</b>  |
| <b>Część III (Podsumowanie i wnioski).....</b>             | <b>125</b> |
| <b>Część IV (Literatura i publikacje).....</b>             | <b>133</b> |
| <b>Część V (Poradnik) .....</b>                            | <b>140</b> |

## **Schemat sprawozdania**

W projekcie podjęta została próba opracowania innowacyjnej technologii, zakładającej zastosowanie specjalnie dobranych środowiskowych bakterii kwasu mlekowego do poprawy jakości technologicznej, właściwości prozdrowotnych i sensorycznych ekologicznych twarogów kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych.

W pierwszym etapie wykonane zostały badania mające na celu określenie wpływu wybranych bakterii kwasu mlekowego na parametry fizykochemiczne, sensoryczne i mikrobiologiczne serów twarogowych. Na podstawie tych badań zostały wytypowane szczepy bakterii kwasu mlekowego do produkcji przemysłowej. W drugim etapie przeprowadzone zostały doświadczalne produkcje serów twarogowych z oceną skuteczności zaproponowanych rozwiązań technologicznych. W otrzymanych produktach ocenione zostały parametry fizykochemiczne (kwasowość, skład chemiczny, barwa, tekstura), mikrobiologiczne (bakterii LAB, bakterie środowiskowe, patogeny i inne rodzaje mikroflory) i sensoryczne. Oceniona została wartość odżywcza oraz trwałość wyprodukowanych twarogów kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych. Wykonana została analiza profilu kwasów tłuszczowych oraz aminokwasów w badanych serach. W projekcie zaplanowano opracowanie i zastosowanie takiej technologii produkcji serów twarogowych, którą będzie można realizować w małych przetwórnich, gospodarstwach rolnych z zapewnieniem pełnego bezpieczeństwa zdrowotnego. Sery twarogowe otrzymane w badaniach, charakteryzowały się powtarzalną wysoką jakością i wartością odżywczą wynikającą po pierwsze z tradycyjnej technologii fermentacji, a po drugie z zastosowania specjalnie wyselekcjonowanych środowiskowych bakterii kwasu mlekowego. Zaproponowany został przewodnik do produkcji serów twarogowych z wykorzystaniem środowiskowych bakterii kwasu mlekowego.

Sprawozdanie składa się z pięciu części:

- część I - wprowadzenie do problemu badawczego, ogólny schemat badań i metody badawcze;
- część II - przedstawia wyniki badań,
- część III - podsumowanie i wnioski,
- część IV- literatura i publikacje,
- część V- poradnik.

## Część I (Wprowadzenie do problemu badawczego)

Intensywna produkcja żywności, to historia ostatnich 60-80 lat, lub jak w Polsce i krajach Europy środkowej i wschodniej około 30-40 lat. W tym czasie rolnictwo przeszło z tradycyjnej, stosowanej przez tysiące lat naturalnej uprawy roślin i chowu zwierząt, nazwijmy ją ekologiczną, do produkcji bardzo intensywnej, nie ekologicznej. Produkcja ekologiczna pozwala na środowiskową specyficzną zróżnicowaną uprawę roślin, naturalną dietę zwierząt, składającą się z traw rosnących na niezniszczonych biologicznie i mikrobiologicznie zróżnicowanych glebach danego rejonu. W przypadku roślin, ekologicznie uprawiana nieprzetworzona żywność roślinna, charakteryzuje się mikrobiologicznym zróżnicowaniem uzależnionym od niszy ekologicznej gleb, w której rośliny są uprawiane. W dzisiejszej gotowej żywności i jej sterylnych metodach przetwarzania, celem jest uzyskanie długoterminowej trwałości przechowalniczej, jak i wykorzystanie odpowiednich surowców, w tym i drobnoustrojów (26). W przypadku rolniczej produkcji intensywnej, dąży się do pełnego ujednolicenia uprawy roślin, poprzez jednakowe i intensywne nawożenie gleb, stosowanie środków ochrony roślin, a w produkcji zwierzęcej do stosowania ujednoliconych pasz zwierzęcych. W przypadku gospodarstw intensywnych, zróżnicowanie środowiskowe, ma nie mieć żadnego wpływu na stan roślin, czy zwierząt, a co za tym idzie, na zróżnicowanie mikrobiologiczne surowców żywnościowych w nich produkowanej. Dostępność niskoprzetworzonej, produkowanej tradycyjnymi, naturalnymi metodami żywności zmniejszała się wraz z coraz większym rozwojem społeczeństwa, związanym z migracją ludzi ze wsi do miast, coraz większymi fizycznymi odległościami pomiędzy gospodarstwami, a konsumentami oraz rozwojem sieci pośredników, którzy składują i sprzedają żywność wysoko przetworzoną (1, 21, 34). W warunkach coraz większego rozwoju siatki sprzedaży, chęci dotarcia do jak największej liczby konsumentów, został stworzony taki system procesowania przetwórstwa żywności, który zapewnia jej sterylność i brak możliwości rozwoju mikroorganizmów, nawet tych bardzo pożytecznych i niezbędnych dla zdrowia człowieka (35). Można postawić pytanie, czy organizm człowieka w jednym pokoleniu przystosował się do tych zmian?

Świat krajów rozwiniętych doświadcza narastającego kryzysu w tzw. chorobach cywilizacyjnych które są często skutkiem nadmiernej sterylizacji i wielkoprzemysłowej

produkcji żywności. Epidemiologiczne i kliniczne doniesienia wskazują na dramatyczny wzrost zaburzeń immunologicznych i neurologicznych: choroby zapalnej jelit, astmy, cukrzycy typu 1 czy 2, stwardnienia rozsianego czy autyzmu. Naukowcy zachęcani hipotezą higieny, zaproponowali ponad dwie dekady temu, że zmiany stylu życia na bardziej higieniczne (szczepienia, warunki sanitarne, antybiotyki) spowodują, że kraje rozwinięte będą predysponowane do zmniejszenia liczby infekcji bakteryjnych (26, 38). Hipoteza ta jednak nie jest do końca udowodniona naukowo i nie całkowicie się sprawdza, ponieważ narażenie ludzi na większość bakterii wcale nie powoduje chorób. Ssaki, w tym ludzie, są skolonizowane przez bardzo dużą liczbę naszych rdzennych bakterii tworzących zróżnicowany ekosystem. Jego wpływ na ludzkie zdrowie jest wciąż słabo poznany. Prowadzone obecnie badania wskazują, że bakterie jelitowe kierują wszechstronnym rozwojem układu odpornościowego i kontrolują złożone zachowania w modelach zwierzęcych, a podstawowe kwestie naszego zdrowia są nierozdzielnie zależne od naszej symbiozy z bakteriami. Dziś mikrobiotę jelitową określa się mianem narządu bakteryjnego (14, 16, 35). Bakterie jelitowe uczestniczą w prawidłowym rozwoju naszego układu odpornościowego, produkują dla nas wiele cennych związków, chronią przed patogenami, dbają o nasz dobry nastrój i zdrowe ciało. Skład mikrobiomu jelit wpływa na różne choroby w tym i choroby autoimmunologiczne. Bakterie probiotyczne zlokalizowane w przewodzie pokarmowym wspomagają specyficzne i niespecyficzne mechanizmy obronne człowieka i zwierząt (38). Produkty fermentowane, będące dziś ważnym elementem naszej diety są rezultatem działalności bakterii (8). Obecne w żywności fermentowanej żywe kultury bakterii, przeprowadzające fermentację mlekową, zwiększają możliwość wchłaniania ze światła przewodu pokarmowego takich pierwiastków jak: magnez, wapń i fosfor. Minerały te są bardzo ważne dla prawidłowego funkcjonowania naszego organizmu (18, 35, 38). Te same bakterie, żyjąc w naszym przewodzie pokarmowym produkują pewne ilości kwasu mlekowego oraz octowego, które są pomocne w zwalczaniu niepożądanych mikroorganizmów, żyjących w jelicie grubym i mogących wywoływać schorzenia przewodu pokarmowego. Wybrana żywność fermentowana powinna być spożywana szczególnie przez ludzi, którzy są w trakcie lub po kuracji antybiotykowej, aby wspomóc przywracanie jelitowej flory bakteryjnej niezbędnej do utrzymania dobrego zdrowia. Badania wykazały, że codzienne wzbogacenie diety w  $10^6$ - $10^9$  komórek bakterii probiotycznych (12, 16, 18, 35) już po kilku tygodniach może spowodować wzrost liczby naturalnych komórek bójczych w surowicy krwi,

zwiększyć aktywność makrofagów i limfocytów. Pojawiły się również informacje dokumentujące, że immunomodulacyjne działanie bakterii kwasu mlekowego może dodatkowo zmniejszać reakcje uczuleniowe u ludzi. Wyjaśnia się to zjawisko wzrostem produkcji interferonu, który przeciwdziała syntezie immunoglobulin E, aktywnych w reakcjach alergicznych. Teraz trzeba tylko zrozumieć mechanizmy, które stoją za tą interakcją między korzystną mikroflorą jelitową a układem odpornościowym, nerwowym i innymi układami człowieka (35). To może prowadzić do naturalnych metod leczenia chorób u ludzi opartych na całkowicie nowych zasadach z wykorzystaniem „owoców” naturalnego środowiska (35, 38). W poszczególnych regionach klimatycznych ukształtowała się specyficzna struktura mikrobiologiczna, w której bardzo ważną rolę pełnią bakterie i grzyby. Organizm pojedynczego człowieka stanowi mikroświat dla ponad 800 miliardów bakterii (na jedną ludzką komórkę przypada 1,3 bakterii) i niezliczonej ilości grzybów. Te mikroorganizmy tworzą dla nas specyficzne środowiska w różnych miejscach organizmu, wspomagając prawidłowe funkcje metaboliczne człowieka (35, 38).

Ponieważ ludzie wspólnie ewoluowali z mikrobiologicznymi partnerami, nasze wysiłki, by zniszczyć w sumie garstkę mikrobów chorobotwórczych, jednocześnie zmniejszyły naszą ekspozycję na bakterie promujące zdrowie. Przy obecnym stanie wiedzy oraz poziomie technologicznym możliwe jest modulowanie mikrobiomu poprzez odpowiedni sposób odżywiania, przyjmowanie probiotyków, prebiotyków (lub pokarmów bogatych w probiotyki i prebiotyki). Zalecane są przede wszystkim produkty fermentacji, czyli kiszonki (ukwaszone produkty mleczne, mięsne, warzywne i inne) oraz prozdrowotne posty. Pozytywny wpływ na nasz mikrobiom ma stosowanie diety przeciwzapalnej. Chodzi przede wszystkim o dietę bogatą we włókno pokarmowe, antyoksydanty, roślinne sterole, cynk i selen – z jednoczesnym ograniczeniem cukrów prostych, białek zwierzęcych oraz wysoko przetworzonej żywności (35, 38). Należy podkreślić, że te zapomniane przez nas drobnoustroje środowiskowe, w tym glebowe, odgrywają kluczową rolę w uczeniu naszego układu odpornościowego tego, kto jest naszym wrogiem, a kto przyjacielem. Bez nich nasz organizm się gubi i atakuje wszystko – stąd taka pandemia m.in. alergii. Stosowany obecnie powszechnie system procesowania trwałościowego żywności opiera się na stosowaniu wysokich temperatur czy dodatku konserwantów chemicznych żywności w celu wydłużenia trwałości przechowalniczej.



Czynności te powodują inaktywację znajdujących się w żywności nieprzetworzonej większości mikroorganizmów, zarówno tych ewentualnie patogennych jak i tysięcy gatunków i szczepów pożytecznych. Dodawanie w procesach technologicznych, bakterii w liczbie 2-3 gatunków czy szczepów, niezbędnych dla procesu technologicznego jak wytworzenie jogurtu, kefiru, zsiadłego mleka, sera, czy ogórków kiszonych, szczególnie nieznanego pochodzenia, nie zapewnia przywrócenia pełni mikroflory środowiskowej normalnie zawartej w ekologicznej i mało przetworzonej żywności. Dodatkowo, produkcja takiej żywności o przedłużonej trwałości przechowalniczej (12, 21, 22, 36) oraz zawierającej ujednolicone na cały kraj, czy świat gatunki i szczepy bakterii, nie ma nic wspólnego z zachowaniem bioróżnorodności środowiskowej żywności, do której przez pokolenia przyzwyczaili się nasi przodkowie. Taka nagła, bo istniejąca dopiero od 1 do 2 pokoleń, zmiana w składzie mikrobiologicznym dostarczonym wraz z pożywieniem, jest warunkiem stresowym dla naszego organizmu i jak już wspomniano może powodować wiele chorób cywilizacyjnych. Biorąc pod uwagę najnowsze doniesienia naukowców na temat wpływu bioróżnorodności mikroflory jelitowej na zdrowie człowieka wydaje się, że rozwiązaniem, które mogłoby pomóc uniknąć wielu chorób cywilizacyjnych byłoby spożywanie wyprodukowanej ekologicznie, minimalnie przetworzonej, niepoddanej sterylizacji i pochodzącej z rejonów, w których od pokoleń żyli nasi przodkowie. Jednym z ważnych składników żywności naszych przodków były kiszone produkty i ukwaszany naturalnie ser twarogowy.

### **Sery twarogowe**

Sery twarogowe zaliczane są do wysoko wartościowych produktów w naszej diecie, będących dobrym źródłem białka, makroelementów, kwasów organicznych, witamin i wielu innych cennych składników naszej diety. Statystyczny Polak spożywa średnio miesięcznie 0,44 kg twarogu, co w ujęciu rocznym stanowi 5,28 kg tego tradycyjnego produktu nabiałowego. Udział produkcji ekologicznej jest bardzo mały. Duża popularność spożycia serów białych w Polsce wynika z wielopokoleniowej tradycji konsumpcji, ukształtowanych przyzwyczajęń żywieniowych oraz dużej dostępności w bogatym asortymencie i stosunkowo niskiej cenie. Wysoka atrakcyjność żywieniowa twarogu wynika przede wszystkim z zawartości pełnowartościowego białka zwierzęcego, charakteryzującego się bardzo wysoką strawnością, na poziomie 96-97% oraz stosunkowo małej wartości energetycznej. Ponadto twarogi wzbogacają dietę człowieka

w lekkostrawny tłuszcz mlekowy, witaminy oraz składniki mineralne (1, 2, 27, 29, 32, 33, 36). Stanowią również potencjalne źródło bioaktywnych peptydów oraz bogatym zespołem mikroorganizmów, szczególnie bakterii kwasu mlekowego, które wykazują pozytywny wpływ na mikrobiom i zdrowie człowieka. Podstawą produkcji twarogów jest proces koagulacji kwasowej kazeiny, zachodzący w wyniku ukierunkowanej fermentacji mlekowej, prowadzonej przez dodawane do mleka bakterie fermentacji mlekowej lub rozwój własnej środowiskowej mikroflory mleka. Masa białkowa po procesie koagulacji jest oddzielana od serwatki różnymi metodami. Złożone procesy interakcji białek z udziałem niektórych makroelementów, jakie mają miejsce w czasie wapniowo-termiczno-kwasowej koagulacji białek mleka, mogą determinować stopień retencji składników mleka w serach twarogowych i wpływać na ich skład chemiczny, a w konsekwencji na wartość odżywczą (24, 25, 36).

Sery twarogowe są charakterystyczne dla asortymentu wyrobów mleczarskich w krajach Europy Środkowej i Wschodniej. Są też w tej części świata powszechnie znane, dostępne i cenione jako bogata grupa produktów, głównie niedojrzewających, określanych również jako „sery świeże”. Polski przemysł mleczarski przeznacza w skali rocznej na ich produkcję ok. 20% z całkowitej ilości mleka jakie trafia do skupów. W ostatnich latach większość zakładów mleczarskich w Polsce deklarowało produkcję wyrobów zaliczanych do grupy serów twarogowych. Świadczy to o atrakcyjności i dużym zapotrzebowaniu rynku na tego rodzaju produkty. Wielkość rocznej krajowej produkcji serów twarogowych ogółem w ostatnich latach utrzymuje się na poziomie bardzo wysokim i systematycznie wzrasta. W zależności od zastosowanej metody koagulacji białek mleka w asortymencie serów twarogowych wyróżnia się produkty kwasowe i kwasowo-enzymatyczne, przy czym tradycyjny twaróg prasowany produkowany jest przy zastosowaniu koagulacji kwasowej. Twarogiem kwasowym zgodnie z definicją nazywamy: częściowo odwodniony skrzep mleka, chudego lub o znormalizowanej zawartości tłuszczu, koagulowanego w sposób pośredni (przy udziale bakterii fermentacji mlekowej) lub bezpośredni (przez zastosowanie dodatku kwasu, np. mlekowego, cytrynowego). W przemysłowej produkcji serów twarogowych, w tym twarogów kwasowych, powszechne zastosowanie znajduje pierwsza metoda (2, 17, 21, 25, 34, 36).

Przemysłowa produkcja twarogów kwasowych metodą tradycyjną, obejmuje takie czynności technologiczne jak: przygotowanie surowca do przerobu, zaprawianie

i koagulacja, obróbka skrzepu, separacja masy twarogowej, formowanie i prasowanie, porcjowanie, chłodzenie oraz pakowanie. Jako surowiec do przemysłowej produkcji twarogów kwasowych metodą tradycyjną wykorzystywane jest najczęściej odpowiednio przygotowane mleko, ale niekiedy również maślanka lub jej mieszanina z mlekiem. Przygotowanie surowca obejmuje normalizację zawartości tłuszczu, pasteryzację oraz ochłodzenie do temperatury zaprawiania (20–35°C), co stanowi ostatnią czynność przed wprowadzeniem bakterii fermentacji mlekowej w postaci kultur starterowych. Bakterie kwasu mlekowego są wykorzystywane w przemyśle spożywczym, głównie w procesach przetwarzania mleka i surowców roślinnych. Są również używane w procesach fermentacji zakwasu chlebowego w piekarnictwie, podczas przeprowadzania fermentacji mięsa w produkcji wędlin fermentowanych (21, 25, 34, 36).

W technologii tradycyjnych twarogów stosuje się koagulację kwasową i praktyczne zastosowanie może znajdować tu jej wariant długo- lub krótkotrwały. Metoda długotrwała przewiduje zaprawienie mleka o temperaturze 20–28°C kulturami startowymi i pozostawienie w tych warunkach na 12–16 godzin w celu uzyskania skrzepu. W metodzie krótkotrwałej do mleka o temperaturze 32–35°C wprowadza się zwiększoną ilość kultur starterowych, tak aby czas koagulacji wynosił 6–8 godzin. Powstanie kwasowego skrzepu mleka jest efektem wzrostu kwasowości. W następstwie ukwaszania przez bakterie kwasu mlekowego, do wartości pH 4, 6, która odpowiada punktowi izoelektrycznemu frakcji białek kazeinowych w temperaturze 20°C. W tych warunkach zewnętrzny ładunek elektryczny tej frakcji białek jest bliski zeru. Micele kazeiny tracą zdolność wiązania wody, i tym samym ochronną powłokę hydratacyjną, w następstwie czego ulegają agregacji. Powstaje wtedy żel, który w wolnych przestrzeniach struktury sieciowej zamyka fazę wodną mleka wraz z rozpuszczonymi w niej składnikami. Dojrzały skrzep kwasowy powinien charakteryzować się kwasowością miareczkową rzędu 30–34°SH (°SH to liczba ml 0,25 M roztworu NaOH zużytego do zobojętnienia 100 ml mleka wobec fenoloftaleiny, 1°SH odpowiada 0,0225% zawartości kwasu mlekowego), konsystencją delikatnej galarety, jednolitym wyglądem, bez pęknięć, szczelin oraz wydzielania serwatki, a przy załamaniu powinien dawać przełom o gładkiej powierzchni ścianek (34, 36).

### **Rola kultur startowych w produkcji serów twarogowych**

Mikroflorę startową w produkcji serów twarogowych stanowią bakterie kwasu mlekowego, których rola polega na (5, 7, 15, 19, 20, 37):

- 1) ukwaszaniu mleka i wytworzeniu skrzepu,
- 2) nadawaniu charakterystycznych cech smakowo-zapachowych,
- 3) wytwarzaniu lub nie dwutlenku węgla,
- 4) hamowaniu rozwoju niepożądaney mikroflory.

Mając na uwadze różnice w produkcji oraz właściwościach gotowych wyrobów w zależności od typu sera twarogowego, stosuje się kultury starterowe o odpowiedniej charakterystyce technologicznej. Kompozycja szczepowa kultur startowych do produkcji twarogu kwasowego powinna zapewniać odpowiednią szybkość ukwaszania mleka (czas koagulacji kwasowej), zdolność do tworzenia gazu w skrzepie i syntezę związków aromatycznych, a także wysoką podatność skrzepu na osuszanie (wydzielanie serwatki) oraz dobrą stabilność kwasowości czynnej po uzyskaniu pH ze strefy punktu izoelektrycznego frakcji białek kazeinowych (ograniczanie przekwaszania produktu). Zdolność do wytwarzania związków aromatycznych i gazu w skrzepie nie jest cechą oczekiwaną w przypadku kultur stosowanych przy produkcji twarogu ziarnistego. Kultury startowe stosowane do produkcji różnych typów serów twarogowych różnią się między sobą składem mikroflory, zarówno pod względem przynależności rodzajowej, jak i gatunkowej (12, 19, 20, 23). Najmniej zróżnicowany skład mają kultury stosowane do produkcji twarogu ziarnistego. Kultury te zawierają homofermentatywne paciorkowce *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* i *L. lactis* subsp. *cremoris*, o wysokiej dynamice produkcji kwasu mlekowego, sporadycznie wspomagane dodatkiem *Streptococcus thermophilus* głównie w celu zwiększenia oporności fagowej. Skład kultur wykorzystywanych przy produkcji serów twarogowych kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych jest bardziej zróżnicowany, gdyż poza homofermentatywnymi paciorkowcami mlekowymi zawierają one również szczepy z gatunku *L. lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* i *L. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* zdolne do fermentacji cytrynianów. Funkcją paciorkowców mlekowych fermentujących cytryniany jest wytwarzanie CO<sub>2</sub> oraz związków odpowiadających za kształtowanie cech smakowo-zapachowych twarogów (2, 8, 19, 20, 33, 37).

Oryginalność technologii produkcji twarogu kwasowego polega na otrzymaniu skrzepu z mleka w wyniku sterowanego procesu fermentacji, prowadzonego głównie

przez mezofilne paciorkowce mlekowe wprowadzone w postaci kultur starterowych, bez udziału enzymów koagulujących i innych dodatków, a następnie poddaniu go obróbce obejmującej krojenie, dogrzewanie i osuszanie. Podczas obróbki ziarno twarogowe musi utrzymywać się na powierzchni lub tuż pod powierzchnią serwatki, co gwarantuje uzyskanie produktu o prawidłowej strukturze i konsystencji. Atrakcyjność sensoryczna twarogu stanowi wypadkową jakości mleka, przebiegu procesu produkcyjnego oraz właściwości stosowanych kultur startowych. Utrzymanie wzrostu popytu na twaróg kwasowy jest możliwe poprzez zwiększenie jego atrakcyjności w zakresie cech organoleptycznych, trwałości, opakowania oraz optymalizacji kosztów produkcji (3, 4, 9, 10, 11, 13, 22, 24, 28, 30, 34). Podążając za tymi wymaganiami coraz więcej zakładów mleczarskich udoskonala technikę i technologię produkcji twarogu kwasowego. W procesie tym doceniana jest również rola kultur startowych, których koszt stanowi zaledwie od 0,5 do 1,5% wartości przerabianego mleka, ale pomimo to niemal, że w równym stopniu z nim decydują o końcowej powtarzalnej jakości otrzymywanego twarogu. Do produkcji twarogów kwasowych stosowane są zwykle kultury wieloszczepowe składające się z od kilkunastu do kilkudziesięciu szczepów o zdefiniowanym lub niezdefiniowanym składzie. W kulturach o zdefiniowanym składzie każdy gatunek bakterii reprezentowany jest przez kilka szczepów różniących się powinowactwem fagowym. Wrażliwość szczepów na częstotliwość i konsekwencje infekcji fagowych jest z reguły monitorowana przez producenta kultur we współpracy z zakładami mleczarskimi. W przypadku wysokiej częstotliwości infekcji fagowych danego szczepu w kulturze jest on zastępowany szczepem niewrażliwym. Takie podejście pozwala w sposób kontrolowany utrzymywać wysoką oporność i jakość kultur, bez konieczności zmiany ich nazwy. W odróżnieniu od wielu innych produktów mleczarskich w produkcji twarogu wciąż dużą, wzrastającą popularnością cieszą się kultury o niezdefiniowanym składzie tzw. kultury środowiskowe. W zależności od doboru proporcji w kulturze startowej pomiędzy poszczególnymi gatunkami, a w obrębie gatunków szczepami bakterii fermentacji mlekowej istnieje możliwość sterowania w pewnym zakresie procesem technologicznym i kształtowania jakości twarogu (12, 23, 36, 37). Wynika to z określonej roli technologicznej jaką spełniają poszczególne bakterie wchodzące w skład kultur starterowych do produkcji twarogu kwasowego. Kultury bakteryjne produkowane są głównie w dwóch formach: liofilizowanej i głęboko mrożonej, w formie granulatu (doskonalej intensywnie w ostatnich dziesięciu latach).

Formę mrożonego granulatu uzyskuje się nalewając płynną biomasę na sito, umieszczone nad oparami ciekłego azotu, o porowatości zapewniającej jej wypływ w postaci kropeł. Przed połączeniem się krople ulegają natychmiastowemu zamrożeniu tworząc formę granulatu. W produkcji kultur oprócz wymienionych metod wciąż stosowane są kultury, które rozlane do opakowań jednostkowych są bezpośrednio mrożone w bardzo niskich temperaturach. Kultury bakterii mlekowych w formie mrożonego granulatu są stosowane znacznie częściej niż w formie liofilizowanej (36). W bardzo niewielkim obecnie zakresie w produkcji przemysłowej stosuje się lokalne kultury bakterii kwasu mlekowego. Brakuje technologii przygotowania do skali przemysłowej takich kultur bakteryjnych. Jest to technologia dla małych lokalnych producentów twarogów. Natrafiamy wówczas na wiele problemów technologicznych, jak podatność ich na bakteriofagi, mimo że z punktu widzenia żywienia człowieka powinny one być szeroko stosowane. Takie kultury środowiskowe powinny być podstawą technologii ekologicznych, realizowanych w małej skali. W technologii produkcji twarogów namnażanie się bakteriofagów może powodować:

- zmniejszenie zdolności kultur do produkcji kwasu mlekowego (opóźnienie procesu ukwaszania),
- rozwarstwienie skrzepu lub jego opadanie na dno wanny lub kotła co powoduje utrudnioną obróbkę,
- zmniejszenie wydajności twarogu,
- zwiększone ryzyko kontaminacji mikroflorą obcą, w tym również patogenną,
- preferowanie rozwoju mikroflory pozostałej po pasteryzacji (z reguły szkodliwej technologicznie),
- problemy z wydzielaniem serwatki (znaczne przedłużenie obróbki skrzepu),
- utratę cech sensorycznych (brak aromatu).

Infekcje fagowe oprócz strat ekonomicznych wywołują również ujemne skutki u pracowników produkcyjnych takie jak: stres, obniżenie motywacji i zaangażowania, poczucie winy, wydłużone i nieregularne godziny pracy. Kultury startowe determinują w znaczącym stopniu przebieg procesu technologicznego, jakość uzyskanego twarogu i termin jego przydatności do spożycia. W składzie kultur do twarogu kwasowego decydującą rolę odgrywają bakterie z rodzaju *Lactococcus* i *Leuconostoc*. Podstawowymi charakterystycznymi wyróżnikami kultur do produkcji twarogu kwasowego, w stosunku do innych kultur konstruowanych w oparciu o bakterie mlekowego z rodzaju *Lactococcus*

i *Leuconostoc* (np. do napojów fermentowanych), jest ich: bardzo wysoka oporność i zróżnicowane powinowactwo fagowe; zdolność do tworzenia skrzepu podatnego na wydzielanie serwatki i obkurczanie się (synerezę); wysokiej aktywności wytwarzania związków kształtujących aromat (głównie diacetylu); odpowiedniej zdolności gazowania przez produkcję CO<sub>2</sub>, zapewniającego utrzymanie ziarna na lub tuż pod powierzchnią serwatki podczas dogrzewania i mieszania skrzepu. Z kolei cechami wspólnymi kultur do produkcji napojów fermentowanych i twarogów kwasowych konstruowanych w oparciu o szczepy z rodzaju *Lactococcus* i *Leuconostoc* jest: zapewnienie stabilnej kwasowości skrzepu w zakresie pH 4,60–4,45; umiarkowane uzdolnienia proteolityczne i lipolityczne; uzyskanie czasu ukwaszania mleka w granicach 10–16 godzin; antagonistyczne właściwości do mikroflory szkodliwej technologicznie; mała wrażliwość na zmiany składu fizykochemicznego mleka i ograniczone uzdolnienia fermentacyjne w warunkach chłodniczego przechowywania produktów (37). Dodatkowymi oczekiwaniami producentów twarogu kwasowego wobec kultur jest zwiększenie jego wydatku poprzez ograniczenie przemieszczania składników mleka do serwatki (3, 7, 18, 19, 23). Stosowane kultury startowe nieznanego pochodzenia, w miarę uprzemysłowienia produkcji żywności, zastąpiły naturalne drobnoustroje środowiskowe obecne w procesach produkcyjnych w dawnych wiekach, a mające wpływ na smak i jakość produktu. Naturalne kultury drobnoustrojowe zostały praktycznie wyeliminowane z uwagi na nieustanny postęp w dziedzinie zwiększania higieny procesów produkcyjnych i musiały zostać zastąpione w sposób sztuczny, np. w procesie produkcji kefiru (ziarna kefirowe) czy kielbas fermentowanych (36). W przemyśle mleczarskim przygotowuje się odpowiednio zestawione szczepy bakterii mlekowych tzw. startery mleczarskie. Są one następnie wykorzystywane do produkcji serów twarogowych, śmietany, jogurtów, serów podpuszczkowych i wielu innych rodzajów produktów mleczarskich. W Polsce przeprowadza się na wielką skalę procesy fermentacji mlekowej kapusty, ogórków, sałatek wielowarzywnych i soków warzywnych, ale bliżej nieznanymi szczepami bakterii jeżeli chodzi o pochodzenie i ich właściwości. Procesy fermentacji mlekowej są stosowane w krajach Azji i Afryki jako jedne z najważniejszych metod utrwalania żywności. Kolejnym ważnym zastosowaniem fermentacji mlekowej i bakterii mlekowych jest kiszenie pasz dla zwierząt. Do zakiszana stosuje się odpady z przemysłu spożywczego, zieloną masę roślinną, warzywa i inne surowce. Jedną z metod ochrony żywności fermentowanej przed bytującymi w niej niepożądanymi mikroorganizmami jest

zastosowanie bakterii mlekowych jako naturalnych biokonserwantów (7, 18, 23, 37). Szczególnie korzystna jest obecność bakterii fermentacji mlekowej (LAB) w żywności. Oprócz spodziewanej aktywności antibakteryjnej i przeciwgrzybowej (18) LAB cechują się korzystnym wpływem na organizm człowieka poprzez stymulowanie przewodu pokarmowego do zapobiegania zakażeniom pokarmowym i poprawę ogólnego stanu zdrowia. Spektrum aktywności przeciwgrzybowej bakterii z rodzaju *Lactobacillus*, wynika z syntezy metabolitów o właściwościach przeciwgrzybowych: pierwotnych – kwas mlekowy i kwas octowy oraz wtórnych – inne kwasy organiczne, cykliczne dipeptydy, kwasy tłuszczowe i ich hydroksylowane pochodne, związki niskocząsteczkowe, bakteriocyny, nadtlenek wodoru. Zdolność do syntezy powyższych związków nie jest cechą wszystkich bakterii z rodzaju *Lactobacillus*, a jedynie cechą szczepową pojedynczych kultur. Z tego względu poszukuje się szczepów bakterii mlekowych o szerokim spektrum aktywności antagonistycznej wobec grzybów, a także sposobów rozszerzenia tej aktywności, np. przez dobór optymalnych warunków fermentacji czy modyfikację składu podłoża i tym samym zmianę metabolizmu bakterii. Biorąc pod uwagę wyżej wymienioną rolę bakterii środowiskowych w prozdrowotnym działaniu na organizm człowieka, nadmieniamy, że w badaniach niniejszego projektu wykorzystane zostały kultury startowe otrzymane z twarogów tradycyjnych rejonu podkarpacia (14, 16, 36, 38).

## **Cel badań**

Biorąc pod uwagę rolę bakterii środowiskowych kwasu mlekowego, oraz specyficzne ich właściwości prozdrowotne w działaniu na zdrowie człowieka, celem niniejszych badań były próby ich wykorzystania jako kultury startowe w produkcji ekologicznych produktów mleczarskich. Badania były realizowane w dwu gospodarstwach ekologicznych zlokalizowanych w różnych miejscach: Śląsk – okolice Częstochowy i Podkarpacie - okolice Dukli oraz wykorzystano do próbnej półprzemysłowej produkcji linie technologiczne CDR w Brwinowie oddział w Radomiu.

Badania zostały podzielone na dwa wzajemnie powiązane zadania badawcze:



A. Wpływ wybranych środowiskowych bakterii kwasu mlekowego na przebieg procesu technologicznego, jakość fizykochemiczną, mikrobiologiczną i sensoryczną modelowych twarogów kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych.

W badaniach, które były prowadzone w warunkach laboratoryjnych i małych zakładach produkcyjnych (Rodzinne Gospodarstwo Ekologiczne "FIGA" i CDR Radom) zostały dobrane odpowiednie warunki procesu technologii produkcji modelowych serów twarogowych z zastosowaniem prozdrowotnych lokalnych szczepów bakterii kwasu mlekowego. W badaniach tych dokonano optymalizacji procesu produkcji oraz wybrane zostały szczepy bakterii kwasu mlekowego optymalne do produkcji serów biorąc pod uwagę ocenę pożądalności sensorycznej, wydajności i parametry fizykochemiczne wyprodukowanych produktów. W zadaniu pierwszym wykorzystane zostały pozyskane szczepy bakterii kwasu mlekowego w różnych zestawieniach (1-3 szczepy) i wykonane zostały próbne produkcje serów twarogowych kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych. Na podstawie przeprowadzonych badań zostały wybrane produkty o najkorzystniejszych właściwościach. Z tego produktu pozyskana została grupa drobnoustrojów kwasu mlekowego (serwatka lub grupa szczepów bakterii), która była wykorzystana w produkcji przetwórczej w zadaniu B.

B. Zastosowanie wybranych środowiskowych bakterii kwasu mlekowego w procesie produkcji ekologicznych twarogów kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych oraz ocena jakości i bezpieczeństwa zdrowotnego produktu gotowego.

W drugim zadaniu zostały przeprowadzone badania technologiczne i jakościowe twarogów kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych wytworzonych z wykorzystaniem bakterii środowiskowych w skali produkcyjnej (Rodzinne Gospodarstwo Ekologiczne "FIGA" i Gospodarstwo Ekologiczne - "Jurajski koziołek"). Otrzymane sery twarogowe z mleka bydłęcego i koziego zostały poddane ocenie mikrobiologicznej, fizykochemicznej i sensorycznej. Podczas badań okresu trwałości została zwrócona szczególna uwaga na poziom zanieczyszczeń mikrobiologicznych (bakterie środowiskowe, patogeny i inne rodzaje mikroflory), które ograniczają trwałość przechowalniczą. Z oznaczeń fizykochemicznych zostały wykonane między innymi następujące analizy: skład chemiczny, kwasowość, tekstura, barwa i inne niezbędne analizy w ocenie nowej technologii. Dokonano oceny poziomu kwasów tłuszczowych i cech sensorycznych

twarogów. Badania te zostały przeprowadzone dla wybranych produktów przygotowanych według proponowanej technologii. Większość proponowanych badań jakościowych wykonana została we własnym laboratorium. Został zaproponowany przewodnik do produkcji serów twarogowych z wykorzystaniem środowiskowych bakterii kwasu mlekowego.

## **Wykonano następujące badania:**

### **1. Metody oceny fizyko – chemicznej:**

- Pomiar wartości pH;
- Pomiar kwasowości ogólnej (Soxhleta-Henkla);
- Pomiar potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP);
- Aktywność wody;
- Zawartość tłuszczu wolnego;
- Zawartość chlorków;
- Zawartość wody;
- Zawartość fosforu;
- Zawartość białka;
- Pomiar parametrów barwy w systemie CIE L\*a\*b\*;
- Oznaczanie składu kwasów tłuszczowych;
- Oznaczanie cholesterolu;
- Zawartość laktozy;
- Oznaczanie profilu aminokwasów fizjologicznych;
- Oznaczanie amin biogennych;
- Pomiar parametrów tekstury (TPA).

### **2. Ocena mikrobiologiczna:**

- Bakterie kwasu mlekowego (LAB), liczba drożdży i pleśni
- Drobnoustroje patogenne (*Enterobacteriaceae*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *S. aureus*).

### **3. Analiza sensoryczna QDA (metoda profilowego skalowania).**

Badania realizowano w:

- Zakładzie Technologii Mięsa i Tłuszczu, Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie;
- Zakładzie Higieny i Zarządzania Jakością Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie;
- Centralnym Laboratorium Badawczym Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

## Metody badawcze

### Wartość pH

Wartość pH oznaczano za pomocą pH-metru firmy Mettler Toledo. Próbkę 30 g rozdrobnionego uprzednio produktu, przeniesiono do porcelanowego moździerza. Ser dokładnie roztarto tłuczkiem, dodając stopniowo małymi porcjami 30 cm<sup>3</sup> wody destylowanej o temp. 313 K (40°C) aż do uzyskania jednolitej emulsji. Otrzymaną emulsję doprowadzono do temperatury 293 K (20°C) i dokonano pomiaru urządzeniem SevenCompact™ S220 firmy Mettler Toledo z elektrodą InLab poprzez zanurzenie elektrody w próbce i po ustaleniu wskazań elektrody odczytano wynik z dokładnością do 0,01 jednostki pH.

### Oznaczenie potencjału oksydacyjno-redukcyjnego

Próbkę 30 g rozdrobnionego uprzednio produktu, przeniesiono do porcelanowego moździerza. Ser dokładnie roztarto tłuczkiem, dodając stopniowo małymi porcjami 30 cm<sup>3</sup> wody destylowanej o temp. 313 K (40°C) aż do uzyskania jednolitej emulsji. Otrzymaną emulsję doprowadzono do temperatury 293 K (20°C) i dokonano pomiaru urządzeniem SevenCompact™ S220 firmy Mettler Toledo z elektrodą InLab Redox Pro.

### Kwasowość ogólna (Soxhleta-Henkla)

Kwasowość ogólną serów wyraża się w stopniach Soxhleta-Henkla (°SH). Próbkę o masie 5 g rozdrobnionego uprzednio produktu, przeniesiono do porcelanowego moździerza. Ser dokładnie roztarto tłuczkiem, dodając stopniowo małymi porcjami 50 cm<sup>3</sup> wody destylowanej o temp. 313 K (40°C) aż do uzyskania jednolitej emulsji. Po uzyskaniu jednolitej emulsji dodano 2 cm<sup>3</sup> 2-procentowego alkoholowego roztworu fenoloftaleiny i miareczkowano 0,25-molowym roztworem wodorotlenku sodu do lekko różowego zabarwienia, utrzymującego się przez 30 s.

Obliczenie wyniku. Kwasowość sera w stopniach Soxhleta-Henkla (X) oblicza się według wzoru:

$$X = a * 20,$$

gdzie: a – ilość 0,25- molowego roztworu wodorotlenku sodu zużyta do zmiareczkowania próbki (w cm<sup>3</sup>)

### **Ocena aktywności wody**

Pomiar aktywności wody został wykonany za pomocą aparatu AQUALAB Pawkit Water Activity Meter (METER Group, Inc., Washington, USA) zgodnie z ISO 21807:2004. Próbkę wykorzystaną do badań były próbkami reprezentatywnymi. Zostały pobrane bezpośrednio po otwarciu opakowania i umieszczone w specjalnych, zamkniętych naczynkach. Przechowywano je w temperaturze 25°C przez 1 godzinę, w celu uzyskania przez nie odpowiedniej temperatury. Pomiar dla każdej badanej próbki wykonano w 3 powtórzeniach. Wynik podano jako wartość aktywności wody wraz z odchyleniem standardowym.

### **Skład podstawowy produktów**

Zawartość tłuszczu wolnego. Oznaczenie wykonywano metodą wagową (ekstrakcja techniką Soxhleta) według PN-ISO 1444:2000.

Zawartość chlorków. Oznaczenie wykonywano metodą potencjometryczną według PN-ISO 1841-2:2002.

Zawartość wody. Oznaczenie wykonywano metodą wagową według PN-ISO 1442:2000.

Zawartość białka. Oznaczenie wykonywano metodą miareczkową (Kjeldahla).

Zawartość fosforu. Oznaczenie wykonano według PN-A-82060:1999.

### **Parametry barwy w systemie CIE L\*a\*b\***

Metoda polega na pomiarze barwy za pomocą fotokolorymetru Chroma-Meter serii CR-300 firmy Minolta. Oznaczenia wykonywano przy oświetleniu rozproszonym pod kątem 0° i średnicy przesłony 8 mm. Do wykonania oznaczenia użyto wyciętych plastrów sera o grubości 20 mm. Aparat przed użyciem kalibrowano. Kalibrację spektrofotometru przeprowadzono na wzorcu bieli, którego parametry stanowią punkt odniesienia wszystkich dokonywanych analiz. Pomiaru barwy dokonano w systemie CIE L\*a\*b\*

### **Skład kwasów tłuszczowych**

Oznaczenie składu kwasów tłuszczowych wykonywano metodą GC (HP 6890 II z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym) wg PN-EN ISO 5508:1996. Do rozdzielu estrów stosowano wysokopolarną kolumnę kapilarną BPX 70 (60 m × 0,25 mm, 25 µm). Warunki analizy: temp. kolumny programowana w zakresie 140 - 210 °C, temp. dozownika: 210 °C, temp. detektora 250 °C, gaz nośny: hel.

### **Cholesterol**

Metoda polega na ekstrakcji frakcji lipidowej z próbki, estryfikacji kwasów tłuszczowych i upochnieniu cholesterolu w obecności standardu wewnętrznego. Póbkę analizowano techniką chromatografii gazowej z detekcją płomieniowo-jonizacyjną (GC-FID).

### **Zawartości laktozy**

Analizę próbki przeprowadzano na chromatografie cieczowej przy użyciu detektora refraktometrycznego RID. Laktozę rozdzielano na kolumnie chromatograficznej i oznaczano metodą wzorca zewnętrznego.

### **Oznaczanie profilu aminokwasów fizjologicznych**

Badanie wykonano w Centralnym Laboratorium Badawczym Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie procedurą badawczą CLA/PLC/35. Skład aminokwasowy wykonano metodą chromatografii jonowymiennej w analizatorze aminokwasów AAA 400, firmy INGLOS. Póbkę o masie 15 g zmieszano z 3% kwasem salicylowym do objętości 200 ml. Następnie mieszaninę zhomogenizowano i wirowano przez 15 minut przy prędkości 3000 x g. Przygotowaną próbkę dozowano na kolumnę analizatora aminokwasów, gdzie następował rozdział. Poszczególne anality były derywatyzowane w reaktorze w barwne kompleksy aminowo - ninhydrynowe. Identyfikację przeprowadzono w detektorze fotometrycznym.

### **Oznaczanie zawartości amin biogennych metodą chromatografii jonowymiennej**

Badanie wykonano w Centralnym Laboratorium Badawczym Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie procedurą badawczą CLA/PLC/36. Badanie wykonano z użyciem analizatora aminokwasów AAA 400, INGOS. Przygotowaną próbkę dozowano na kolumnę analizatora, gdzie następował rozdział. Poszczególne anality były derywatyzowane w reaktorze w barwne kompleksy aminowo-ninhydrynowe. Identyfikacja prowadzona była przez detektor fotometryczny.

### **Parametry tekstury**

Teksturę określano przy wykorzystaniu testu TPA. Oznaczono twardość I, twardość II, adhezyjność, kohezyjność, sprężystość, gumistość i żujność. Testy serów

przeprowadzono z wykorzystaniem teksturometru CT3 Texture Analyzer firmy Brookfield Ametek, USA. Badane próbki serów podpuszczkowych miały kształt sześciangu o boku 20 mm, w przypadku twarogów były one w pojemniczkach o kształcie walca o średnicy 60 mm i wysokości 20 mm. Zastosowano głowicę cylindryczną o średnicy 38,1 mm i wysokości 20 mm o maksymalnej sile nacisku 10000 g. Deformacje prowadzono do 50% pierwotnej wysokości próbki z prędkością przesuwu głowicy 0,50 mm/s. Pomiary prowadzone były w 15 minut  $\pm$  5 min od wyjęcia prób z komory chłodniczej. Badanie przeprowadzono w 6 i 3 powtórzeniach, odpowiednio w przypadku serów podpuszczkowych i twarogów.

### **Ocena jakości sensorycznej**

Oceny sensoryczne przeprowadzono za pomocą metody Ilościowej Analizy Opisowej – QDA. Badania wykonywano zgodnie z wymaganiami normy ISO 13299:2016 przez przeszkolony zespół oceniających. Badane wyróżniki sensoryczne wybrano w dyskusji panelowej i dotyczyły one zapachu, barwy, konsystencji i smaku. Analizę badanych produktów przeprowadzono po ich produkcji oraz po przechowywaniu w chłodniczym w warunkach beztlenowych. Oceny QDA zostały przeprowadzone z udziałem 10-osobowego zespołu pracowników Katedry Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności SGGW w Warszawie. Członkowie zespołu oceniającego zostali przeszkoleni w zakresie metodyki wykonywanych analiz oraz przebadani pod względem wrażliwości sensorycznej. Na podstawie dyskusji panelowej zespół oceniających wybrał wyróżniki zapachu, smaku oraz wyróżniki dotyczące tekstury/konsystencji. Wyróżnikiem podsumowującym cały profil sensoryczny badanych produktów była jakość ogólna produktów (brzegowe określenia „zła – bardzo dobra”). Podstawą wyników średnich było 10 ocen jednostkowych. Uzyskane wyniki przedstawiono za pomocą wykresów biegunowych.

Próbki serów w ilości 13-15 g wkładano do jednorazowych plastikowych, bezbarwnych pudełek, nakrywano wieczkami i kodowano kodami literowymi i cyfrowymi. Po około 15 minutach próbki podawano oceniającym do oceny wraz z przygotowaną uprzednio kartą ocen.

### **Ocena jakości mikrobiologicznej**

W badaniach mikrobiologicznych zastosowano następujące podłoża mikrobiologiczne i metody badań:

- ENT – Mac Conkey agar - w celu określenia liczby pałeczek z rodziny Enterobacteriaceae zgodnie z normą PN-ISO 21528-2:2005 – Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania i oznaczania liczby Enterobacteriaceae.
- SALM – agar BGA - w celu określenia obecności bakterii *Salmonella* zgodnie z normą PN-EN ISO 6579 - Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania *Salmonella* spp.
- LIST – agar ALOA i agar PALCAM - w celu określenia obecności *Listeria monocytogenes* zgodnie z normą PN-EN ISO 11290-1: wrzesień 1999 wraz ze zmianą PN-EN ISO 11290-1:1999/A1 - listopad 2005. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania obecności i oznaczania *Listeria monocytogenes*. Metoda wykrywania.
- LAB – agar MRS - w celu określenia liczby bakterii fermentacji mlekowej zgodnie z normą PN-ISO 15214:2002 – Mikrobiologia żywności i pasz –Horyzontalna metoda oznaczania liczby mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej. Metoda płytkowa w temperaturze 30 stopni C.
- DiP – agar z chloramfenikolem - w celu określenia liczby drożdży i pleśni zgodnie z normą PN-ISO 21527:2009 - Mikrobiologia żywności i pasz - Horyzontalna metoda oznaczania liczby drożdży i pleśni - Część 1: Metoda liczenia kolonii w produktach o aktywności wody wyższej niż 0,95.
- SA – agar Baird-Parkera (BP) – w celu określenia obecności bakterii *St. aureus* zgodnie z PN-EN ISO 6888-1:2001 - Mikrobiologia żywności i pasz - Horyzontalna metoda oznaczania liczby gronkowców koagulazo-dodatnich (*Staphylococcus aureus* i innych gatunków) - Część 1: Metoda z zastosowaniem pożywki agarowej Baird-Parkera.

#### **Matematyczno – statystyczna analiza wyników**

Pomiary wykonywano w kilkukrotnym powtórzeniu dla każdej z badanych właściwości wyprodukowanych partii (serii) wyrobu. Otrzymane wyniki badań poddano analizie



matematyczno – statystycznej w obrębie każdej serii badań. Ze względu na specyfikę jakościową surowca, wielkość partii, nie dokonano obróbki statystycznej dla wyników wszystkich badań łącznie (połączonych serii badawczych). Do wykonania obliczeń wykorzystano program Microsoft Excel 2003.

## Część II (wyniki badań)

### A. Przygotowanie szczepów bakterii

W pierwszym etapie pracy określono wpływ bakterii kwasu mlekowego wyizolowanych ze środowiska (sery regionalne: bundz i oscypek, kiszony ogórek i kapusta, serwatka kwasowa) oraz szczepów referencyjnych (szczep bakterii probiotycznych *Lactobacillus rhamnosus* LOCK0900 i typowa kultura starterowa używana w mleczarstwie *Lactococcus cremoris* ATCC 19257) na wybrane cechy jakościowe modelowego zsiadłego mleka krowiego. Istotnym aspektem, który był badany na tym etapie to wpływ szczepów bakterii kwasu mlekowego na cechy sensoryczne (smak, zapach) i pożądalność sensoryczną wybranych wyróżników jakości modelowego zsiadłego mleka (konsystencja, barwa, pH). Poszukiwano takich szczepów bakterii kwasu mlekowego, które poprzez aktywność enzymatyczną (lipaz, proteaz i peptydaz) i zdolność fermentacji laktozy do kwasu mlekowego w mleku krowim i kozim, będą miały pozytywny wpływ na jakość sensoryczną i technologiczną przy produkcji serów twarogowych i kwasowo-podpuszczkowych.

W tym celu wytworzono 10 modelowych próbek fermentowanego mleka. Warianty badawcze wyszczególniono poniżej. Poszczególne szczepy bakterii kwasu mlekowego wprowadzono do mleka krowiego pasteryzowanego w liczbie  $10^7$  jtk/ml i inkubowano 72h w temperaturze  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ . Po inkubacji próbki poddano ocenie sensorycznej.

#### Warianty badawcze:

1. **B1**- mleko ze szczepem *Lactobacillus brevis* B1 wyizolowanym z sera typu bundz
2. **Os1**- mleko ze szczepem *Lactobacillus plantarum* Os1 wyizolowanym z sera typu oscypek
3. **Os2**- mleko ze szczepem *Lactobacillus plantarum* Os2 wyizolowanym z sera typu oscypek
4. **Os8**- mleko ze szczepem *Lactobacillus plantarum* Os8 wyizolowanym z sera typu oscypek
5. **O12**- mleko ze szczepem *Lactobacillus casei* O12 wyizolowanym ze spontanicznie kiszonych ogórków
6. **O24**- mleko ze szczepem *Lactobacillus brevis* O24 wyizolowanym ze spontanicznie kiszonych ogórków
7. **K4**- mleko ze szczepem *Lactobacillus johnsonii* K4 wyizolowanym ze spontanicznie kiszonych kapusty

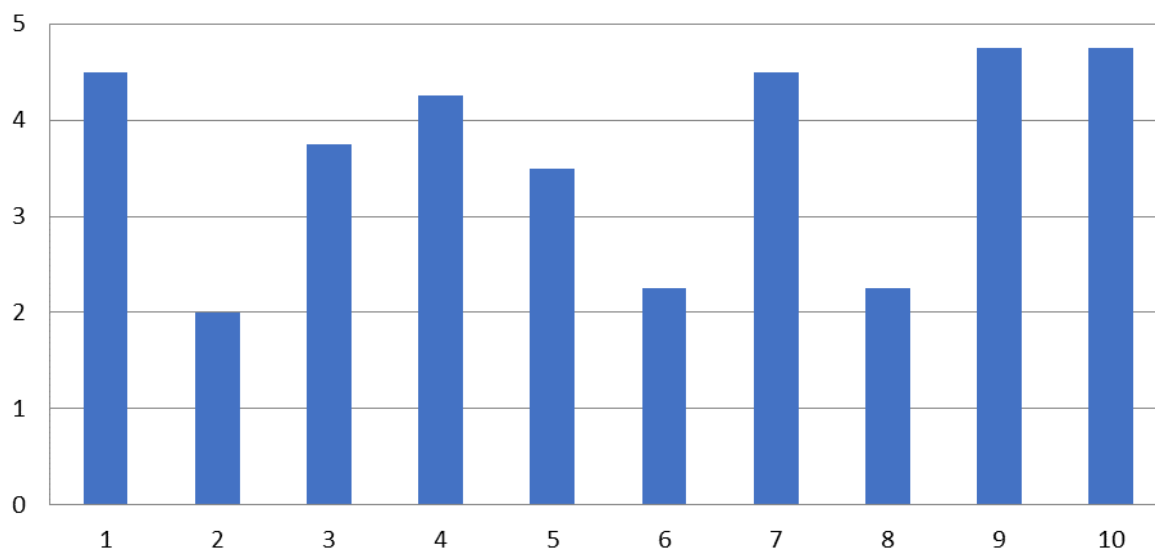
8. **S21**- mleko ze szczepem *Lactobacillus plantarum* S21 wyizolowanym z ekologicznej serwatki kwasowej
9. **Ł**- mleko ze szczepem *Lactobacillus rhamnosus* ŁOCK0900 wyizolowanym z przewodu pokarmowego człowieka, pochodzący z Kolekcji Politechniki Łódzkiej
10. **Lc**- mleko ze szczepem *Lactococcus cremoris* ATCC 19257

Szczepy: B1, Os1, Os2, Os8, O12, O24, K4 i S21 pochodziły z wewnętrznej Kolekcji Zakładu Higieny i Zarządzania Jakością Żywności SGGW w Warszawie.

### Wyniki badań:

Ocenę sensoryczną pilotażowych produktów fermentowanego mleka z dodatkiem badanych szczepów bakterii prowadzono metodą skalowania (ocena zapachu i smaku w skali 5-punktowej), która obejmuje pięć zasadniczych poziomów jakości: nota 5 oznacza poziom jakości - bardzo dobry, nota 4 – dobry, nota 3 – dostateczny, nota 2 – poziom niedostateczny, nota 1 – zły.

Na rysunkach 1 i 2 przedstawiono wyniki oceny pożądaności zapachu i smaku z wykorzystaniem metody skalowania.



Rys. 1 Ocena pożądaności zapachu prób fermentowanego mleka metodą 5-punktową

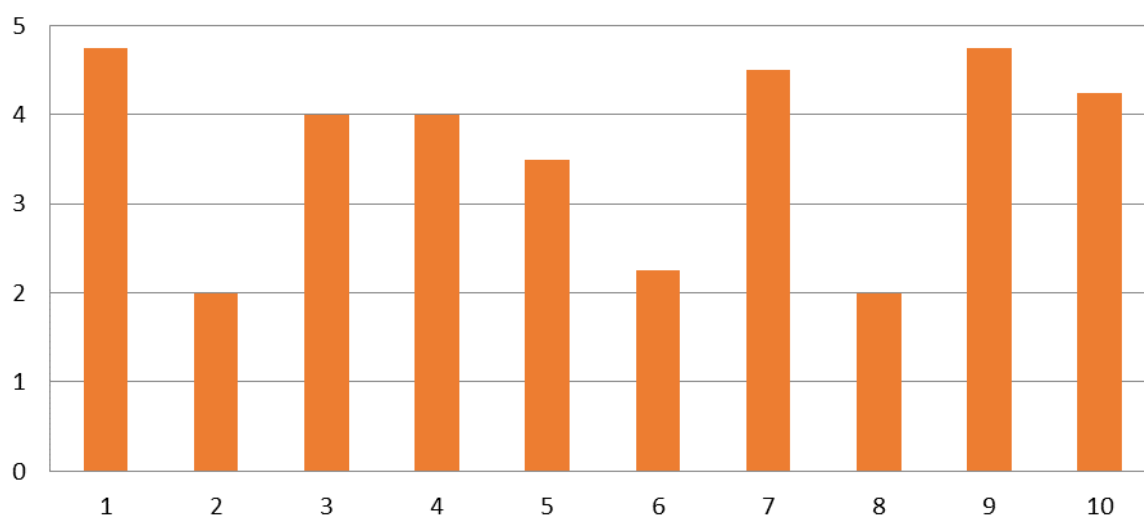
Objaśnienia:

Poszczególne numery 1-10 oznaczają próby zakodowane zgodnie z opisem w metodyce: 1. mleko ze szczepem *Lactobacillus brevis* B1; 2. mleko ze szczepem *Lactobacillus plantarum* Os1; 3. mleko ze szczepem *Lactobacillus plantarum* Os2; 4. mleko ze szczepem *Lactobacillus plantarum* Os8; 5. mleko ze szczepem *Lactobacillus casei* O12; 6. mleko ze szczepem *Lactobacillus brevis* O24; 7. mleko ze szczepem *Lactobacillus johnsonii* K4; 8. mleko ze szczepem *Lactobacillus plantarum* S21; 9. mleko ze szczepem *Lactobacillus rhamnosus* ŁOCK0900; 10. mleko ze szczepem *Lactococcus cremoris* ATCC 19257

Stwierdzono, że najbardziej pożądanymi próbkami pod względem zapachu są fermentowane szczepami *L. rhamnosus* ŁOCK0900 i *L. cremoris* ATCC 19257, a także *L. brevis* B1, *L. johnsonii* K4, oraz *L. plantarum* Os8.

Z kolei najbardziej pożądanymi próbki pod względem smaku, to fermentowane szczepami *L. rhamnosus* ŁOCK0900 i *L. brevis* B1, a także *L. johnsonii* K4, oraz *L. cremoris* ATCC 19257, *L. plantarum* Os8 i Os2.

Ponadto zauważono, że po 48 godz. inkubacji typowy skrzep kwasowy utworzył się w próbkach z dodatkiem *L. cremoris* ATCC 19257, *L. johnsonii* K4, *L. plantarum* Os8 i Os2. Natomiast po 72 godzinach inkubacji skrzep utworzył się także w próbkach z dodatkiem *L. brevis* B1, *L. rhamnosus* ŁOCK0900 i *L. casei* O12. W pozostałych próbach nie zauważono typowego skrzepu kwasowego, co dyskwalifikuje szczepy bakterii z dalszych badań.



Rys. 2 Ocena pożądalności smaku prób fermentowanego mleka metodą 5-punktową

Objaśnienia:

Poszczególne numery 1-10 oznaczają próby zakodowane zgodnie z opisem w metodyce: 1. mleko ze szczepem *Lactobacillus brevis* B1; 2. mleko ze szczepem *Lactobacillus plantarum* Os1; 3. mleko ze szczepem *Lactobacillus plantarum* Os2; 4. mleko ze szczepem *Lactobacillus plantarum* Os8; 5. mleko ze szczepem *Lactobacillus casei* O12; 6. mleko ze szczepem *Lactobacillus brevis* O24; 7. mleko ze szczepem *Lactobacillus johnsonii* K4; 8. mleko ze szczepem *Lactobacillus plantarum* S21; 9. mleko ze szczepem *Lactobacillus rhamnosus* ŁOCK0900; 10. mleko ze szczepem *Lactococcus cremori* sATCC 19257

Koagulacja kwasowa, której końcowym efektem jest powstawanie twarogów i twarożków, jest spowodowana fermentacją mlekową. W procesie tym dodane do mleka kultury bakterii wykorzystują do swej aktywności cukier mleka, laktozę. Jako produkt końcowy fermentacji powstaje kwas mlekowy, powodujący obniżenie kwasowości do

punktu izoelektrycznego kazeiny (pH 4,6). Przy tej wartości pH następuje zobojętnienie ujemnego ładunku elektrycznego miceli kazeinowych. Prowadzi to do utraty ochronnego płaszcza warstw wody wokół miceli kazeinowych, gdyż nie ma efektu odpychania się jednoimiennych ładunków elektrycznych. Dodatkowo, duże micelle kazeinowe rozpadają się na mniejsze fragmenty (podjednostki), gdyż wapń, główny czynnik utrzymujący podjednostki w skupieniu micelarnym, w powstałym środowisku kwaśnym, uwalnia się w postaci jonów z połączeń fosforanowo- serynowych. Uwolniony wapń jonowy przechodzi do serwatki, a podjednostki miceli kazeinowych łączą się ze sobą wiązaniami poprzecznymi, powodując wytworzenie żelu (ścięcie się mleka) (39).

W technologii produkcji twarogów, kluczowe znaczenie mają zatem kultury starterowe oraz ich zdolności do ukwaszania mleka. W celu określenia zdolności kwaszających zastosowanych bakterii, w próbkach fermentowanego mleka zbadano poziom pH (Tabela 1).

Stwierdzono, że koagulację kwasową kazeiny w jej punkcie izoelektrycznym przy pH 4,5 - 4,6 można było zaobserwować w próbkach z dodatkiem *L. johnsonii* K4, *L. plantarum* Os2 i Os8 po 48 godz. inkubacji, a także *L. rhamnosus* ŁOCK0900, *L. cremoris* ATCC 19257, a także *L. brevis* B1, w próbkach po 72 godz. inkubacji. Dodatkowo w próbce z dodatkiem szczepu *L. casei* O12 stwierdzono pH zbliżone do punktu izoelektrycznego (4,89), co spowodowało utworzenie delikatnego żelu.

**Tabela 1.** Wartość pH mleka po 48 i 72 godzinach fermentacji z użyciem badanych szczepów bakterii

| Nr próby | Użyty szczep bakterii                   | pH po 48 godz. | pH po 72 godz. |
|----------|-----------------------------------------|----------------|----------------|
| 1.       | <i>Lactobacillus brevis</i> B1          | 5,16±0,02      | 4,34±0,01      |
| 2.       | <i>Lactobacillus plantarum</i> Os1      | 5,46±0,01      | 5,17±0,04      |
| 3.       | <i>Lactobacillus plantarum</i> Os2      | 4,48±0,01      | 3,94±0,02      |
| 4.       | <i>Lactobacillus plantarum</i> Os8      | 4,52±0,00      | 3,95±0,01      |
| 5.       | <i>Lactobacillus casei</i> O12          | 5,45±0,03      | 4,89±0,01      |
| 6.       | <i>Lactobacillus brevis</i> O24         | 5,43±0,02      | 5,16±0,02      |
| 7.       | <i>Lactobacillus johnsonii</i> K4       | 4,63±0,02      | 4,04±0,02      |
| 8.       | <i>Lactobacillus plantarum</i> S21      | 5,50±0,01      | 5,06±0,02      |
| 9.       | <i>Lactobacillus rhamnosus</i> ŁOCK0900 | 5,28±0,03      | 4,33±0,03      |
| 10.      | <i>Lactococcus cremoris</i> ATCC 19257  | 4,75±0,01      | 4,13±0,00      |

Wstępne badania pozwoliły na wytypowanie czterech szczepów bakterii, które zastosowano w modelowej produkcji serów twarogowych i kwasowo podpuszczkowych:

- szczep B1
- szczep Os2
- szczep Os8
- szczep O12 (przy czym stwierdzono, że należy wydłużyć czas lub podwyższyć temperaturę fermentacji).

## **B. Badania modelowe – wykonane w Zakładzie Technologii Mięsa i Tłuszczu IBPRS**

### **Produkcja serów twarogowych z dodatkiem wybranych szczepów środowiskowych**

Sery twarogowe wyprodukowano w warunkach laboratoryjnych zgodnie z tradycyjną technologią fermentacji z zastosowania specjalnie wyselekcjonowanych środowiskowych bakterii kwasu mlekowego. W celu uzyskania skrzepu twarogowego wykorzystano cztery kultury bakterii (szczep B1, Os2, Os8 i O12) wybrane na podstawie modelowych badań przez zespół pracowników ze Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Wykonano 3 produkcje serów twarogowych z dodatkiem wybranych szczepów bakterii środowiskowych:

- W pierwszej produkcji wyprodukowano dwa twarożki kremowe z użyciem szczepu B1 i Os2
- W drugiej produkcji wyprodukowano dwa sery twarogowe z użyciem szczepu B1 i Os2.
- W trzeciej produkcji wykonano trzy sery twarogowe z dodatkiem szczepu B1, Os8 i O12.

We wszystkich produkcjach wykorzystywano mleko spożywcze zakupione w handlu detalicznym zgodnie z deklaracją producenta (Mlekovita, Polska) mleko zawierało: 3,2 % tłuszczu, 3,0 % białka i 4,7 % laktozy.



**Rys. 3.** Mleko wykorzystane do produkcji modelowych serów twarogowych

## PRODUKACJA I

### Produkcja serów twarogowych z dodatkiem wybranych szczepów środowiskowych

Produkcję kremowych twarożków rozpoczynano od zaszczepienia mleka odpowiednim zakwasem (Os2, B1) w ilości 2 % (v/v), następnie mleko pozostawiano w temperaturze pokojowej do uzyskania skrzepu twarogowego (ok. 52h). Dojrzały skrzep (pH ok. 4,6) delikatnie podgrzewano w celu oddzielenia od ścian garnków, a następnie krojono na prostopadłościany o wymiarach  $4 \times 4$  cm. Skrzep poddawano dogrzewaniu ( $1\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ min}$ ), przy jednoczesnym delikatnym mieszaniu. Proces dogrzewania kończono po osiągnięciu temperatury ok.  $30\text{--}35\text{ }^{\circ}\text{C}$  w centrum gęstwy twarogowej. Uzyskaną gęstwę wstępnie rozdzielano do jednorazowych worków z elastycznego polietylenu i pozostawiano do ocieknięcia, a następnie przeniesiono do prostokątnych pojemniczków polipropylenowych (o wymiarach  $105 \times 75 \times 45\text{ mm}$ ) z wieczkiem o pojemności 200 ml. Po zapakowaniu sery przechowywano w warunkach chłodniczych w temp.  $5 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Próbkę do analiz pobierano po produkcji i 14 dniach chłodniczego przechowywania.



**Rys. 4.** Podgrzewanie skrzepu i odciekanie serwatki





**Rys. 5.** Twarożek ze szczepem B1



**Rys. 6.** Twarożek ze szczepem Os2

## Wyniki

**Tabela 2.** Wartość parametru pH i kwasowości ogólnej ( $^{\circ}\text{SH}$ ) (średnia $\pm$ SD) serów twarogowych po produkcji i po 14 dniach chłodniczego przechowywania.

| Próba | Czas (dni) | pH              | $^{\circ}\text{SH}$ |
|-------|------------|-----------------|---------------------|
| Os2   | 0          | 4,01 $\pm$ 0,00 | 135,0 $\pm$ 0,00    |
|       | 14         | 3,96 $\pm$ 0,00 | 58,0 $\pm$ 4,00     |
| B1    | 0          | 3,99 $\pm$ 0,01 | 146,50 $\pm$ 4,50   |

|  |    |           |           |
|--|----|-----------|-----------|
|  | 14 | 3,91±0,01 | 70,0±4,00 |
|--|----|-----------|-----------|

Os2- ser twarogowy z dodatkiem szczepu Os2, B1 - ser twarogowy z dodatkiem szczepu B1

**Tabela 3.** Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) i aktywności wody (aw) (średnia±SD) serów twarogowych po produkcji i po 14 dniach chłodniczego przechowywania.

| Próba | Czas (dni) | ORP         | aw          |
|-------|------------|-------------|-------------|
| Os2   | 0          | 447,40±2,60 | 0,99 ± 0,00 |
|       | 14         | 481,55±1,25 | 0,98± 0,00  |
| B1    | 0          | 448,85±2,15 | 0,95 ± 0,00 |
|       | 14         | 475,65±2,65 | 0,96 ± 0,00 |

Os2- ser twarogowy z dodatkiem szczepu Os2, B1 - ser twarogowy z dodatkiem szczepu B1

**Tabela 4.** Podstawowy skład serów twarogowych po produkcji.

| Próba | Woda [%] | Białko [%] | Tłuszcz [%] | Fosfor [%] |
|-------|----------|------------|-------------|------------|
| Os2   | 84,30    | 5,20       | 4,90        | 0,22       |
| B1    | 81,30    | 6,00       | 6,60        | 0,24       |

Os2- ser twarogowy z dodatkiem szczepu Os2, B1 - ser twarogowy z dodatkiem szczepu B1

**Tabela 5.** Parametry barwy serów twarogowych (n=15) po produkcji i po 14 dniach chłodniczego przechowywania.

| Próba | Czas (dni) | L          | a         | b         |
|-------|------------|------------|-----------|-----------|
| Os2   | 0          | 91,0±1,07  | 2,36±0,19 | 2,50±0,28 |
|       | 14         | 91,10±0,80 | 1,89±0,26 | 2,04±0,34 |
| B1    | 0          | 91,80±1,76 | 2,44±0,17 | 3,30±0,41 |
|       | 14         | 91,16±0,60 | 2,19±0,22 | 2,94±0,24 |

Os2- ser twarogowy z dodatkiem szczepu Os2, B1 - ser twarogowy z dodatkiem szczepu B1

**Tabela 6.** Obecność i średnia liczba wybranych mikroorganizmów w twarogach po produkcji modelowej.

| Próba | Czas (dni) | Liczba komórek bakterii |                   |                        |                        | Obecność komórek bakterii |      |
|-------|------------|-------------------------|-------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|------|
|       |            | LAB                     | ENT               | Y&M                    | STA                    | SALM                      | LIST |
| Os2   | 0          | 3,08 x 10 <sup>9</sup>  | < 10 <sup>2</sup> | 1,67 x 10 <sup>2</sup> | < 1                    | nb                        | nb   |
|       | 14         | 8,05 x 10 <sup>9</sup>  | < 10 <sup>2</sup> | 3,00 x 10 <sup>3</sup> | < 1                    | nb                        | nb   |
| B1    | 0          | 3,73 x 10 <sup>9</sup>  | < 10 <sup>2</sup> | 2,33 x 10 <sup>2</sup> | 3,33 x 10 <sup>1</sup> | nb                        | nb   |

|  |    |                    |          |                    |       |    |    |
|--|----|--------------------|----------|--------------------|-------|----|----|
|  | 14 | $9,32 \times 10^9$ | $< 10^2$ | $1,64 \times 10^4$ | $< 1$ | nb | nb |
|--|----|--------------------|----------|--------------------|-------|----|----|

Objaśnienia: LAB – ogólna liczba bakterii fermentacji mlekowej; ENT – liczba bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*; Y&M – ogólna liczba drożdży i pleśni; STA – liczba bakterii *Staphylococcus aureus*; SALM – obecność bakterii *Salmonella* sp.; LIST – obecność bakterii *Listeria monocytogenes*.

nb – nieobecne; \* - obecność bakterii 25g produktu; n=3.

## PRODUKCJA II

Produkcję twarogów rozpoczynano od zaszczepienia mleka odpowiednim zakwasem (Os2, B1) w ilości 2 % (v/v), następnie mleko pozostawiano w temperaturze pokojowej do uzyskania skrzepu twarogowego (ok. 48 h). Dojrzały skrzep (pH ok. 4,6) delikatnie podgrzewano w celu oddzielenia od ścian garnka, a następnie krojono na prostopadłościany o wymiarach  $4 \times 4$  cm. Uzyskany skrzep poddawano dogrzewaniu ( $1^\circ\text{C}/10$  min), przy jednoczesnym delikatnym mieszaniu. Proces dogrzewania kończono po osiągnięciu temperatury ok.  $40\text{--}45^\circ\text{C}$  w centrum gęstwy twarogowej. Uzyskaną gęstwę wstęnie rozdzielano do form serowarskich o wymiarach  $10 \times 10 \times 5,5$  cm i poj. 250g i pozostawiano do ocieknięcia. Twarogi pakowano próżniowo w folię PE/PA o grubości  $40\ \mu\text{m}$ . Po zapakowaniu sery przechowywano w warunkach chłodniczych w temp.  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ . Badania wykonano po produkcji.



Rys. 7. Krojenie i podgrzewanie skrzepu



**Rys. 8.** Formowanie i pakowanie gotowych serów twarogowych

## Wyniki

### Mleko oraz serwatka z produkcji modelowej

**Tabela 7.** Wartość parametru pH, potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) i kwasowości ogólnej ( $^{\circ}\text{SH}$ ) (średnia $\pm$ SD) mleka i serwatki po produkcji serów.

| Próba        | pH              | ORP               | $^{\circ}\text{SH}$ |
|--------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| Mleko        | 6,83 $\pm$ 0,01 | 324,35 $\pm$ 0,85 | 69,00 $\pm$ 5,00    |
| Serwatka Os2 | 4,68 $\pm$ 0,00 | 403,95 $\pm$ 6,85 | 183,00 $\pm$ 5,00   |
| Serwatka B1  | 4,78 $\pm$ 0,00 | 398,05 $\pm$ 9,85 | 189,00 $\pm$ 3,00   |

### Sery twarogowe

**Tabela 8.** Wartość parametru pH, potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) i kwasowości ogólnej ( $^{\circ}\text{SH}$ ) (średnia $\pm$ SD) serów twarogowych po produkcji.

| Próba | pH              | $^{\circ}\text{SH}$ | ORP               |
|-------|-----------------|---------------------|-------------------|
| Os2   | 4,92 $\pm$ 0,00 | 65,0 $\pm$ 5,00     | 450,30 $\pm$ 6,10 |
| B1    | 5,09 $\pm$ 0,00 | 80,0 $\pm$ 4,00     | 451,40 $\pm$ 4,60 |

Os2- ser twarogowy z dodatkiem szczepu Os2, B1 - ser twarogowy z dodatkiem szczepu B1

**Tabela 9.** Parametry barwy serów twarogowych (n=15) po produkcji.

| Próba | L                | a               | b               |
|-------|------------------|-----------------|-----------------|
| Os2   | 88,91 $\pm$ 2,62 | 1,90 $\pm$ 0,38 | 6,35 $\pm$ 0,63 |
| B1    | 88,33 $\pm$ 2,39 | 1,99 $\pm$ 0,29 | 7,50 $\pm$ 0,56 |

Os2- ser twarogowy z dodatkiem szczepu Os2, B1 - ser twarogowy z dodatkiem szczepu B1

## PRODUKCJA III

Produkcję twarogów rozpoczynano od zaszczipienia mleka odpowiednim zakwasem (Os8, O12, B1) w ilości 2 % (v/v), następnie mleko pozostawiano w temperaturze pokojowej do uzyskania skrzepu twarogowego (ok. 48h). Dojrzały skrzep (pH 5,1-4,6) delikatnie podgrzewano w celu oddzielenia od ścian garnka, a następnie krojono na prostopadłościany o wymiarach  $4 \times 4$  cm. Skrzep poddawano dogrzewaniu ( $1\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ min}$ ), przy jednoczesnym delikatnym mieszaniu. Proces dogrzewania kończono po osiągnięciu temperatury ok.  $40\text{--}45\text{ }^{\circ}\text{C}$  w centrum gęstwy twarogowej. Uzyskaną rozdzielano do form serowarskich i pozostawiano do ocieknięcia. Twarogi pakowano próżniowo w folię PE/PA o grubości  $40\text{ }\mu\text{m}$ . Po zapakowaniu sery przechowywano w warunkach chłodniczych w temp.  $5 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Próbki do analiz pobierano po produkcji i 14 dniach chłodniczego przechowywania.



**Rys. 9.** Krojenie i podgrzewanie skrzepu



**Rys. 10.** Formowanie serów twarogowych

## Wyniki

### Serwatka z produkcji modelowej

**Tabela 10.** Jakość mikrobiologiczna serwatki po produkcji modelowej serów twarogowych

| Serwatka | Liczba komórek bakterii |     |                        |     | Obecność komórek bakterii |      |
|----------|-------------------------|-----|------------------------|-----|---------------------------|------|
|          | LAB                     | ENT | Y&M                    | STA | SALM                      | LIST |
| Os8      | 1,04 x 10 <sup>9</sup>  | 0   | 1,95 x 10 <sup>3</sup> | 0   | nb                        | nb   |
| O12      | 1,52 x 10 <sup>9</sup>  | 0   | 2,51 x 10 <sup>3</sup> | 0   | nb                        | nb   |
| B1       | 1,98 x 10 <sup>9</sup>  | 0   | 1,34 x 10 <sup>3</sup> | 0   | nb                        | nb   |

Objaśnienia: LAB – ogólna liczba bakterii fermentacji mlekowej; ENT – liczba bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*; Y&M – ogólna liczba drożdży i pleśni; STA – liczba bakterii *Staphylococcus aureus*; SALM – obecność bakterii *Salmonella* sp.; LIST – obecność bakterii *Listeria monocytogenes*.  
nb – nieobecne; \* - obecność bakterii 25g produktu.

W tabeli 10 przedstawiono wyniki analiz mikrobiologicznych dla serwatki uzyskanej w wyniku procesu produkcji modelowej twarogów. Próby badawcze oznaczono zgodnie z nazwą szczepu bakterii fermentacji mlekowej użytego do produkcji danej próby sera. W badaniach wykazano wysoką liczbę LAB, średnio na poziomie 10<sup>9</sup>jtk/ml w próbce B1, O12 i Os8. Dodatkowo stwierdzono zadowalającą jakość mikrobiologiczną uzyskanej serwatki. Nie zaobserwowano obecności bakterii patogennych z rodzaju *Salmonella* sp, bakterii *L. monocytogenes* i *Staphylococcus aureus*. Ogólna liczba drożdży i pleśni utrzymywała się na stałym poziomie, średnio 10<sup>3</sup>jtk/ml we wszystkich próbach serwatki.

### Sery twarogowe

**Tabela 11.** Wartość parametru pH i kwasowości ogólnej (°SH) (średnia±SD) serów twarogowych po produkcji.

| Próba | pH        | °SH        |
|-------|-----------|------------|
| Os8   | 5,19±0,01 | 53,00±1,00 |
| O12   | 5,41±0,00 | 38,00±0,00 |
| B1    | 4,52±0,02 | 71,00±1,00 |

Os8- ser twarogowy z dodatkiem szczepu Os8, O12- ser twarogowy z dodatkiem szczepu O12, B1 - ser twarogowy z dodatkiem szczepu B1

**Tabela 12.** Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) i aktywności wody ( $a_w$ ) (średnia $\pm$ SD) serów twarogowych po produkcji.

| Próba | ORP               | $a_w$           |
|-------|-------------------|-----------------|
| Os8   | 316,50 $\pm$ 0,10 | 0,99 $\pm$ 0,00 |
| O12   | 220,95 $\pm$ 2,95 | 0,99 $\pm$ 0,00 |
| B1    | 437,30 $\pm$ 2,40 | 0,94 $\pm$ 0,00 |

Os8- ser twarogowy z dodatkiem szczepu Os8, O12- ser twarogowy z dodatkiem szczepu O12, B1 - ser twarogowy z dodatkiem szczepu B1

Wartość aktywności wody na poziomie 0,99 jednostek zaobserwowano w próbach twarogów wyprodukowanych z dodatkiem szczepu O12 i Os8, natomiast najniższa  $a_w$  została zaobserwowana w próbce B1. Wartości  $a_w$  były wysokie, charakterystyczne dla takich produktów mleczarskich.

**Tabela 13.** Parametry barwy serów twarogowych (n=15) po produkcji.

| Próba | L                | a               | b               |
|-------|------------------|-----------------|-----------------|
| Os8   | 89,72 $\pm$ 1,15 | 2,21 $\pm$ 0,25 | 7,07 $\pm$ 0,67 |
| O12   | 83,37 $\pm$ 4,41 | 2,46 $\pm$ 0,19 | 6,35 $\pm$ 0,50 |
| B1    | 83,29 $\pm$ 3,19 | 2,27 $\pm$ 0,23 | 7,50 $\pm$ 0,72 |

Os8- ser twarogowy z dodatkiem szczepu Os8, O12- ser twarogowy z dodatkiem szczepu O12, B1 - ser twarogowy z dodatkiem szczepu B1

W tabeli 14 umieszczono wyniki oceny jakości mikrobiologicznej serów twarogowych otrzymanych w wyniku koagulacji kwasowej z użyciem szczepów badawczych *L. brevis* B1, *L. casei* O12, *L. plantarum* Os8.

**Tabela 14.** Obecność i średnia liczba wybranych mikroorganizmów w twarogach po produkcji modelowej.

| Próba | Liczba komórek bakterii |                        |                        |                        | Obecność komórek bakterii |      |
|-------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|------|
|       | LAB                     | ENT                    | Y&M                    | STA                    | SALM                      | LIST |
| Os8   | 4,93 x 10 <sup>8</sup>  | 8,07 x 10 <sup>4</sup> | 2,67 x 10 <sup>3</sup> | <1                     | nb                        | nb   |
| O12   | 1,52 x 10 <sup>9</sup>  | 8,30 x 10 <sup>4</sup> | 2,0 x 10 <sup>3</sup>  | 2,67 x 10 <sup>2</sup> | nb                        | nb   |
| B1    | 1,00 x 10 <sup>10</sup> | 2,43 x 10 <sup>2</sup> | 1,40 x 10 <sup>4</sup> | 3,33 x 10 <sup>1</sup> | nb                        | nb   |

Objaśnienia: LAB – ogólna liczba bakterii fermentacji mlekowej; ENT – liczba bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*; Y&M – ogólna liczba drożdży i pleśni; STA – liczba bakterii *Staphylococcus aureus*; SALM – obecność bakterii *Salmonella* sp.; LIST – obecność bakterii *Listeria monocytogenes*.

nb – nieobecne; \* - obecność bakterii 25g produktu; n=3.

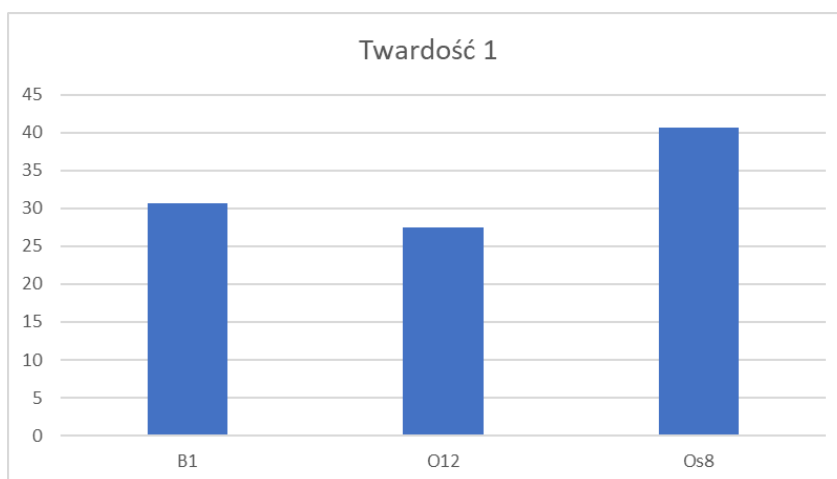
We wszystkich badanych próbach twarogów zaobserwowano wysoką liczbę bakterii fermentacji mlekowej. Liczba bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* w twarogach z dodatkiem szczepu Os8 i O12 wynosiła średnio 10<sup>4</sup> jtk/g sera. W twarogach B1 liczba ta

była niższa i wynosiła średnio  $10^2$  jtk/g. Ogólna liczba drożdży i pleśni utrzymywała się średnio we wszystkich badanych produktach na poziomie  $10^3 - 10^4$  jtk/g produktu. Pod kątem jakości mikrobiologicznej nie stwierdzono obecności bakterii patogennych typu *Salmonella* sp. i *L. monocytogenes*. Zaobserwowano jednak wzrost *S. aureus* w próbie O12 i B1.

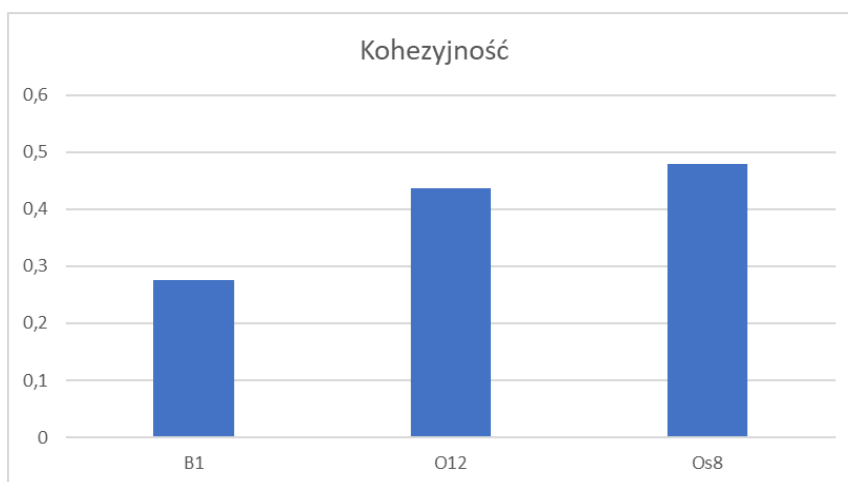
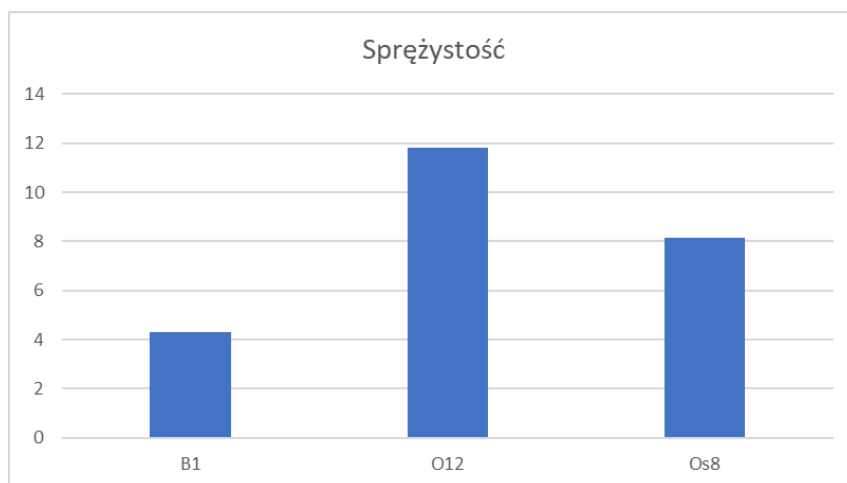
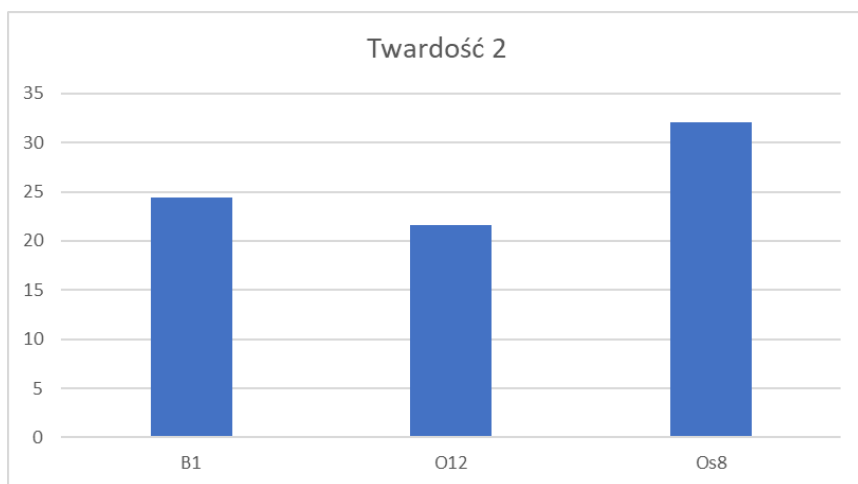
W tabeli 15 oraz na rysunku 11 umieszczono wyniki analizy tekstury serów twarogowych.

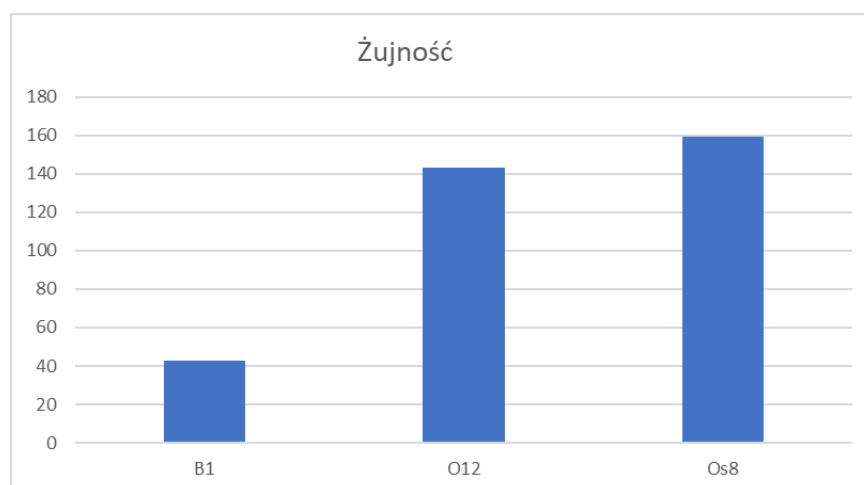
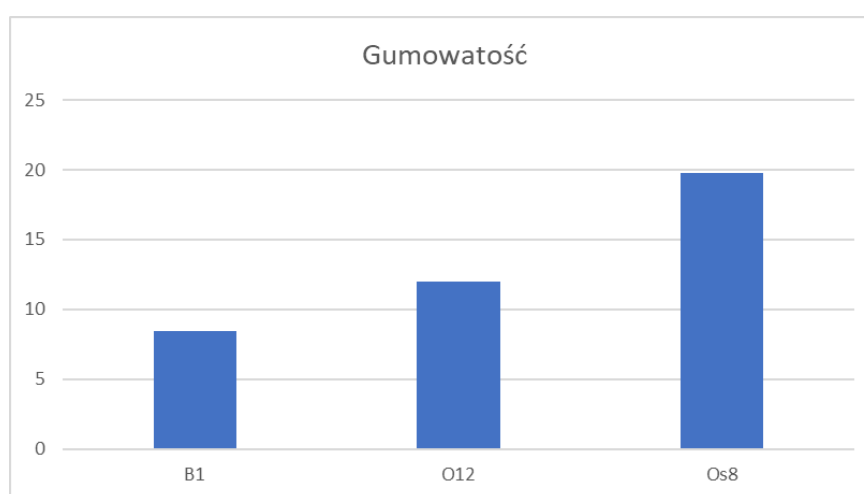
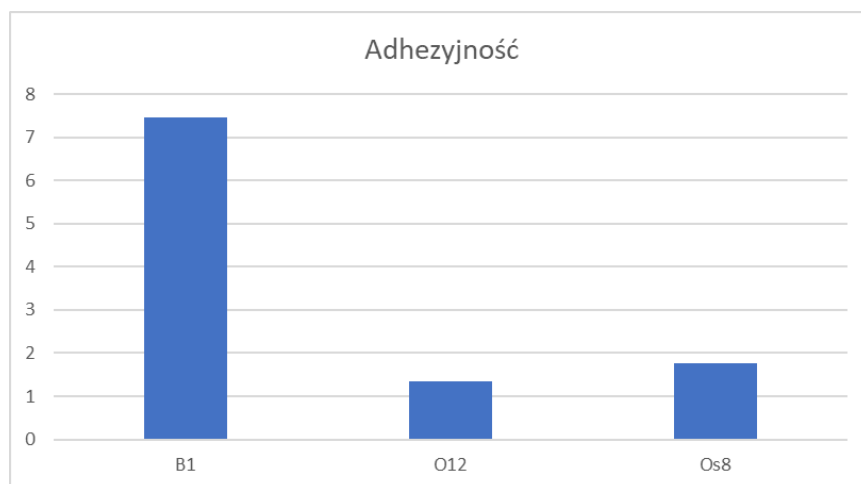
**Tabela 15.** Wyniki analizy tekstury twarogów po produkcji.

|             |    | B1    | O12    | Os8    |
|-------------|----|-------|--------|--------|
| Twardość 1  | N  | 30,69 | 27,47  | 40,71  |
| Adhezyjność | mJ | 7,45  | 1,33   | 1,77   |
| Twardość 2  | N  | 24,37 | 21,62  | 32,03  |
| Kohezyjność |    | 0,28  | 0,44   | 0,48   |
| Sprężystość | mm | 4,32  | 11,80  | 8,16   |
| Gumowatość  | N  | 8,47  | 11,98  | 19,78  |
| Żujność     | mJ | 42,65 | 142,97 | 159,20 |







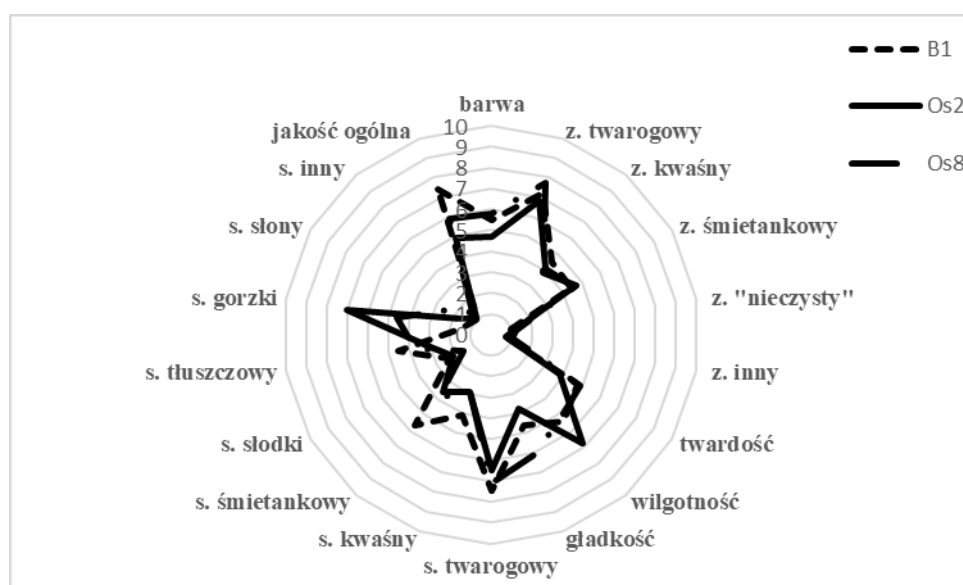


**Rys. 11** Porównanie poszczególnych parametrów tekstury twarogów – z wykorzystaniem szczepu *L. brevis* B1 (B1), *L. plantarum* Os8 (Os8), *L. casei* O12 (O12).

Stwierdzono, że twaróg wytworzony z dodatkiem szczepu Os8 charakteryzował się najwyższą twardością 1 i 2, a także gumowatością i żuźnością.

## Ocena jakości sensorycznej

Oceny sensoryczne przeprowadzono za pomocą metody Ilościowej Analizy Opisowej – QDA. Badania wykonywano zgodnie z wymaganiami normy ISO 13299:2016 przez przeszkolony zespół oceniających. Badane wyróżniki sensoryczne wybrano w dyskusji panelowej i dotyczyły one zapachu, smaku, barwy i tekstury. Analizę badanych produktów przeprowadzono po ich produkcji.



**Rys. 12** Średnia wartość wybranych wyróżników jakości serów twarogowych otrzymanych w wyniku koagulacji kwasowej z użyciem szczepów badawczych *L. brevis* B1, *L. plantarum*, Os8 i Os2. skala (0-10 j.u); n=16, z – zapach, s – smak.

Próbki cechowały się podobną intensywnością barwy, zapachu kwaśnego i śmietankowego. Intensywność negatywnych wyróżników: zapachu nieczystego, innego, smaku innego była na niskim poziomie. Próbką Os2 charakteryzowała się najwyższą intensywnością smaku gorzkiego. Najwyżej, pod względem jakości ogólnej, została oceniona próbka B1. Charakteryzowała się ona także wyższymi, w porównaniu do pozostałych prób, intensywnością smaku twarogowego, śmietankowego i tłuszczowego.

Wstępne badania pozwoliły na wytypowanie dwóch szczepów bakterii, które zastosowano w przemysłowej produkcji serów twarogowych i kwasowo podpuszczkowych:

- szczep B1
- szczep Os2

## Opis wybranych szczepów bakterii

### 1. *Levilactobacillus brevis* B1

Szczep *Levilactobacillus* (poprzednio *Lactobacillus*) *brevis* B1 wyizolowano z regionalnego sera typu bundz. W wyniku oceny fenotypowej dowiedziono, że bakterie te to katalazoujemne, Gram-dodatnie pałeczki, na podstawie czego wnioskowano, że szczep należy do rodzaju *Lactobacillus*. Identyfikacja genotypowa na podstawie sekwencjonowania 16S rDNA dowiodła, że szczep należy do gatunku *L. brevis*. Są to bakterie heterofermentatywne, prowadzące fermentację następujących cukrów: L-arabinoza, D-ryboza, D-ksyloza, D-glukoza, D-fruktoza, D- Maltoza, D-Melibioza, Glukonian potasu, 5-Cetoglukonian potasu. Bakterie *L. brevis* B1 przeżywają w warunkach symulujących warunki panujące w przewodzie pokarmowym człowieka i są w stanie skolonizować nabłonek jelitowy. Wykazano, że szczep ten hamuje wzrost bakterii chorobotwórczych z gatunków *Listeria monocytogenes*, a także *Bacillus subtilis*, *E. coli*, *Enterococcus faecium* i *Salmonella enteritidis*. Wykazano także, że może służyć do przedłużenia trwałości żywności, szczególnie pochodzenia zwierzęcego. Szczep i jego właściwości są chronione (Patent nr: P.426002/ UP RP: Zielińska D., Ołdak A., Łepecka A., Kołożyn-Krajewska D. 2020 r.: Nowy szczep bakterii *Lactobacillus brevis* i zastosowanie nowego szczepu bakterii *Lactobacillus brevis*).

### 2. *Lactiplantibacillus plantarum* Os2

Szczep *Lactiplantibacillus* (poprzednio *Lactobacillus*) *plantarum* Os2 wyizolowano z regionalnego sera typu oscypek. W wyniku oceny fenotypowej dowiedziono, że bakterie te to katalazoujemne, Gram-dodatnie pałeczki, na podstawie czego wnioskowano, że szczepy należą do rodzaju *Lactobacillus*. Identyfikacja genotypowa na podstawie sekwencjonowania 16S rDNA dowiodła, że szczep należy do gatunku *L. plantarum* Os2. Są to bakterie heterofermentatywne, prowadzące fermentację różnych cukrów. Wykazują bardzo silną aktywność antagonistyczną względem *Listeria monocytogenes*, oraz silną względem *Bacillus subtilis*, *E. coli*, *Enterococcus faecium*,

*Salmonella enteritidis* i *S.aureus*. Szczegółowe właściwości badanego szczepu opublikowano w czasopismach naukowych o międzynarodowym zasięgu (40,41).

## C. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Radomiu

### PRODUKCJA SERÓW TWAROGOWYCH

#### Mleko niepasteryzowane, zakwas - maślanka "Romlecz"

| Data            | godz.         | Opis procesu                                  | temp.<br>stopnie °C | pH   | bar |
|-----------------|---------------|-----------------------------------------------|---------------------|------|-----|
| 15.06.2020      | 8.00          | pogrzewanie 200 l mleka                       | od 8 do 30          | 6,7  |     |
| 15.06.2020      | 11.00         | dodanie maślanki - 2 l                        | 30 - 24             |      |     |
| 16.06.2020      | 8.45          | sprawdzenie stanu skrzepu - lekko ścięty      | 30                  | 4,7  |     |
| 17.06.2020      | 8.20          | krojenie skrzepu                              | 29                  | 4,55 |     |
| 17.06.2020      | 8.30 - 13.00  | pogrzewanie skrzepu i delikatne mieszanie     | od 29 do 50         |      |     |
| 17 - 18.06.2020 | 13.00 -       | schładzanie gęstwy serowej                    | od 50 do 30         |      |     |
| 18.06.2020      | 9.00 - 11.00  | wybranie gęstwy z kotła do sit twarożkarskich |                     |      |     |
| 18.06.2020      | 11.00 - 13.00 | odciekanie masy serowej                       |                     |      |     |
| 18.06.2020      | 13.00 - 13.30 | przełożenie masy serowej do form              |                     |      |     |
| 18.06.2020      | 13.30 - 15.30 | prasowanie sera                               |                     |      | 2   |
| 18.06.2020      | 15.30 -       | prasowanie sera                               |                     |      | 4   |
| 19.06.2020      | 8.00 - 10.00  | pakowanie próżniowe                           |                     |      |     |

#### Mleko niepasteryzowane, zakwas - szczepy IBPRS

| Data            | godz.         | Opis procesu                                  | temp.<br>stopnie °C | pH   | bar |
|-----------------|---------------|-----------------------------------------------|---------------------|------|-----|
| 22.06.2020      | 8.00          | pogrzewanie 200 l mleka                       | od 8 do 30          | 6,75 |     |
| 22.06.2020      | 11.00         | dodanie zakwasu - 2 l                         | 30 - 24             |      |     |
| 23.06.2020      | 8.45          | sprawdzenie stanu skrzepu - nie ścięty        | 30                  | 5,20 |     |
| 24.06.2020      | 8.20          | skrzep ścięty<br>krojenie skrzepu             | 32                  | 4,40 |     |
| 24.06.2020      | 8.30 - 13.00  | pogrzewanie skrzepu i delikatne mieszanie     | od 32 do 50         |      |     |
| 24 - 25.06.2020 | 13.00 -       | schładzanie gęstwy serowej                    | od 50 do 30         |      |     |
| 25.06.2020      | 9.00 - 11.00  | wybranie gęstwy z kotła do sit twarożkarskich |                     |      |     |
| 25.06.2020      | 11.00 - 13.00 | odciekanie masy serowej                       |                     |      |     |
| 25.06.2020      | 13.00 - 13.30 | przełożenie masy serowej do form              |                     |      |     |
| 25.06.2020      | 13.30 - 15.30 | prasowanie sera                               |                     |      | 2   |
| 25.06.2020      | 15.30 -       | prasowanie sera                               |                     |      | 4   |
| 26.06.2020      | 8.00 - 10.00  | pakowanie próżniowe                           |                     |      |     |

**Wydajność sera - 58 kg**

Wyprodukowane sery twarogowe poddane zostały ocenie konsumenckiej. Określono barwę, konsystencję, zapach i smakowość serów. Oceny dokonywała 15-osobowa grupa degustatorów przeszkolona w wykonywaniu analiz sensorycznych serów twarogowych. Określono poziom jakości poszczególnych cech (wyróżników) jakościowych za pomocą wartości liczbowych: bardzo dobra (5), dobra (4), średnia (3) i niedobra (2) wg przyjętej skali punktowej oraz wyrażeniu na tej podstawie jakości całkowitej ocenianego produktu.

**Tabela 16.** Ocena konsumencka serów krowich twarogowych po produkcji.

| <b>Wyróżnik jakościowy</b> | <b>TR</b> | <b>TB1</b> |
|----------------------------|-----------|------------|
| <b>Barwa</b>               | 4,93±0,25 | 4,93±0,25  |
| <b>Konsystencja</b>        | 4,60±0,61 | 3,93±0,93  |
| <b>Zapach</b>              | 4,53±0,72 | 4,07±1,00  |
| <b>Smakowość</b>           | 4,53±0,81 | 3,47±1,09  |
| <b>Jakość całkowita</b>    | 4,65±0,47 | 4,10±0,73  |

TR- ser krowi twarogowy z maślanką, TB1 - ser krowi twarogowy ze szczepem B1



**Rys. 13.** Twaróg kontrolny z mleka krowiego z dodatkiem maślanki



**Rys. 14.** Twaróg z mleka krowiego z dodatkiem szczepu B1

## PRODUKACJA I

### Warianty badawcze:

**TR** - twaróg z mleka krowiego z maślanką

**TB1** – twaróg z mleka krowiego ze szczepem B1

### Wyniki

**Tabela 17.** Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej ( $^{\circ}\text{SH}$ ) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) (średnia $\pm$ SD) serów krowich twarogowych po produkcji oraz po 7, 14 i 21 dniach chłodniczego przechowywania.

| Próba      | Czas (dni) | pH              | $^{\circ}\text{SH}$ | ORP                |
|------------|------------|-----------------|---------------------|--------------------|
| <b>TR</b>  | 0          | 4,16 $\pm$ 0,04 | 175,00 $\pm$ 5,00   | 490,65 $\pm$ 3,15  |
|            | 7          | 4,49 $\pm$ 0,00 | 202,00 $\pm$ 0200   | 509,15 $\pm$ 0,35  |
|            | 14         | 4,45 $\pm$ 0,02 | 190,00 $\pm$ 2,00   | 443,95 $\pm$ 2,35  |
|            | 21         | 4,30 $\pm$ 0,02 | 140,0 $\pm$ 18,00   | 503,45 $\pm$ 2,65  |
| <b>TB1</b> | 0          | 3,91 $\pm$ 0,01 | 238,00 $\pm$ 2,00   | 491,10 $\pm$ 3,20  |
|            | 7          | 3,93 $\pm$ 0,02 | 242,00 $\pm$ 2,00   | 461,20 $\pm$ 3,90  |
|            | 14         | 3,89 $\pm$ 0,01 | 208,50 $\pm$ 1,50   | 454,55 $\pm$ 19,65 |
|            | 21         | 3,90 $\pm$ 0,00 | 199,00 $\pm$ 15,00  | 415,85 $\pm$ 7,25  |

TR- ser krowi twarogowy z maślanką, TB1 - ser krowi twarogowy ze szczepem B1

**Tabela 18.** Podstawowy skład serów krowich twarogowych po produkcji.

| Parametr        | TR   | TB1  |
|-----------------|------|------|
| <b>Woda [%]</b> | 65,7 | 79,1 |



|                         |      |      |
|-------------------------|------|------|
| <b>Białko [%]</b>       | 13,9 | 8,5  |
| <b>Tłuszcz [%]</b>      | 15,3 | 8,9  |
| <b>Fosfor [%]</b>       | 0,41 | 0,31 |
| <b>Laktoza [g/100g]</b> | 4,50 | 4,50 |

TR- ser krowi twarogowy z maślanką, TB1 - ser krowi twarogowy ze szczepem B1

**Tabela 19.** Parametry barwy serów krowich twarogowych (n=15).

| <b>Próba</b> | <b>Czas (dni)</b> | <b>L</b>   | <b>a</b>  | <b>b</b>  |
|--------------|-------------------|------------|-----------|-----------|
| <b>TR</b>    | 0                 | 90,93±0,76 | 2,58±0,26 | 5,79±1,30 |
|              | 7                 | 87,97±3,09 | 3,24±0,20 | 5,66±0,46 |
|              | 14                | 91,32±0,23 | 3,25±0,09 | 5,39±0,32 |
|              | 21                | 90,91±0,56 | 3,27±0,11 | 5,83±0,53 |
| <b>TB1</b>   | 0                 | 90,37±0,25 | 2,57±0,21 | 5,93±0,46 |
|              | 7                 | 90,47±0,48 | 2,52±0,23 | 5,92±0,62 |
|              | 14                | 90,60±0,60 | 2,61±0,20 | 6,39±0,76 |
|              | 21                | 91,24±1,72 | 2,57±0,25 | 6,64±0,80 |

TR- ser krowi twarogowy z maślanką, TB1 - ser krowi twarogowy ze szczepem B1

**Tabela 20.** Skład kwasów tłuszczowych (średnia±SD) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich twarogowych po produkcji (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

| <b>Kwas tłuszczowy</b> | <b>Po produkcji</b> |            |
|------------------------|---------------------|------------|
|                        | <b>TR</b>           | <b>TB1</b> |
| C4:0                   | 2,2±0,00            | 2,0±0,00   |
| C6:0                   | 1,8±0,00            | 1,8±0,00   |
| C8:0                   | 1,1±0,00            | 1,2±0,00   |
| C10:0                  | 2,6±0,00            | 2,7±0,00   |
| C10:1                  | 0,25±0,05           | 0,25±0,05  |
| C12:0                  | 3,1±0,00            | 3,3±0,00   |
| C12:1                  | 0,1±0,00            | 0,1±0,00   |
| C13:0                  | 0,1±0,00            | 0,1±0,00   |
| C14:0                  | 10,85±0,05          | 10,85±0,05 |
| C14:1                  | 1,2±0,00            | 1,1±0,00   |
| C15:0 br               | 0,5±0,00            | 0,5±0,00   |
| C15:0                  | 1,05±0,05           | 1,0±0,00   |
| C15:1                  | 0,3±0,00            | 0,3±0,00   |

|                           |            |            |
|---------------------------|------------|------------|
| C16:0                     | 33,35±0,05 | 32,55±0,05 |
| C16:1                     | 1,7±0,00   | 1,7±0,00   |
| C17:0 br                  | 0,8±0,00   | 0,7±0,00   |
| C17:0                     | 0,6±0,00   | 0,55±0,05  |
| C17:1                     | 0,25±0,05  | 0,2±0,00   |
| C18:0                     | 10,7±0,10  | 11,0±0,00  |
| C18:1trans                | 1,65±0,05  | 1,8±0,00   |
| C18:1cis9                 | 20,55±0,05 | 20,75±0,05 |
| C18:1cis11                | 0,75±0,05  | 0,8±0,00   |
| C18:1 c inne              | 1,1±0,00   | 1,2±0,00   |
| C18:2                     | 1,9±0,00   | 2,1±0,00   |
| C18:3n3                   | 0,3±0,00   | 0,3±0,00   |
| C18:2c9t11                | 0,5±0,00   | 0,5±0,00   |
| C20:0                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:1                     | 0,2±0,00   | 0,2±0,00   |
| C20:3n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:4n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C22:5n3                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| <b>Σ nasycone</b>         | 68,85±0,05 | 68,35±0,05 |
| <b>Σ jednonienasycone</b> | 26,4±0,00  | 26,6±0,00  |
| <b>Σ wielonienasycone</b> | 3,0±0,00   | 3,2±0,00   |
| trans                     | 1,65±0,05  | 1,8±0,00   |
| omega 3                   | 0,4±0,00   | 0,4±0,00   |
| omega 6                   | 2,1±0,00   | 2,3±0,00   |
| omega 9                   | 20,65±0,05 | 20,85±0,05 |
| <b>Cholesterol</b>        | 47,8±1,00  | 30,15±2,15 |

n.w.- nie wykryto, TR- ser krowi twarogowy z maślanka, TB1 - ser krowi twarogowy ze szczepem B1

**Tabela 21.** Skład kwasów tłuszczowych (średnia±SD) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich twarogowych po 7 dniach chłodniczego przechowywania (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

| Kwas tłuszczowy | Po 7 dniach chłodniczego przechowywania |           |
|-----------------|-----------------------------------------|-----------|
|                 | TR                                      | TB1       |
| C4:0            | 2,1±0,00                                | 2,05±0,05 |

|                           |            |            |
|---------------------------|------------|------------|
| C6:0                      | 1,65±0,05  | 1,6±0,00   |
| C8:0                      | 1,1±0,00   | 1,1±0,00   |
| C10:0                     | 2,55±0,05  | 2,7±0,00   |
| C10:1                     | 0,2±0,00   | 0,2±0,00   |
| C12:0                     | 3,3±0,10   | 3,35±0,05  |
| C12:1                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C13:0                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C14:0                     | 11,0±0,10  | 10,95±0,05 |
| C14:1                     | 1,2±0,00   | 1,1±0,00   |
| C15:0 br                  | 0,5±0,00   | 0,45±0,05  |
| C15:0                     | 1,1±0,00   | 1,0±0,00   |
| C15:1                     | 0,3±0,00   | 0,3±0,00   |
| C16:0                     | 33,9±0,00  | 32,85±0,15 |
| C16:1                     | 1,7±0,00   | 1,7±0,00   |
| C17:0 br                  | 0,85±0,05  | 0,75±0,05  |
| C17:0                     | 0,6±0,00   | 0,6±0,00   |
| C17:1                     | 0,2±0,00   | 0,2±0,00   |
| C18:0                     | 10,9±0,00  | 11,0±0,00  |
| C18:1trans                | 1,6±0,00   | 1,8±0,00   |
| C18:1cis9                 | 20,2±0,10  | 20,65±0,05 |
| C18:1cis11                | 0,75±0,05  | 0,8±0,00   |
| C18:1 c inne              | 1,00±0,00  | 1,15±0,05  |
| C18:2                     | 1,7±0,00   | 2,05±0,05  |
| C18:3n3                   | 0,3±0,00   | 0,3±0,00   |
| C18:2c9t11                | 0,5±0,00   | 0,5±0,00   |
| C20:0                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:1                     | 0,2±0,00   | 0,2±0,00   |
| C20:3n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:4n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C22:5n3                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| <b>Σ nasycone</b>         | 69,75±0,05 | 68,6±0,00  |
| <b>Σ jednonienasycone</b> | 25,85±0,05 | 26,4±0,00  |
| <b>Σ wielonienasycone</b> | 2,8±0,00   | 3,15±0,05  |

|                    |            |            |
|--------------------|------------|------------|
| trans              | 1,6±0,00   | 1,8±0,00   |
| omega 3            | 0,4±0,00   | 0,4±0,00   |
| omega 6            | 1,9±0,00   | 2,25±0,05  |
| omega 9            | 20,3±0,10  | 20,75±0,05 |
| <b>Cholesterol</b> | 45,05±2,05 | 23,4±0,40  |

n.w.- nie wykryto, TR- ser krowi twarogowy z maślanka, TB1 - ser krowi twarogowy ze szczepem B1

**Tabela 22.** Skład kwasów tłuszczowych (średnia±SD) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich twarogowych po 14 dniach chłodniczego przechowywania (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

| Kwas tłuszczowy | Po 14 dniach chłodniczego przechowywania |            |
|-----------------|------------------------------------------|------------|
|                 | TR                                       | TB1        |
| C4:0            | 2,3±0,00                                 | 2,1±0,00   |
| C6:0            | 1,7±0,00                                 | 1,6±0,00   |
| C8:0            | 1,1±0,00                                 | 1,1±0,00   |
| C10:0           | 2,6±0,00                                 | 2,7±0,00   |
| C10:1           | 0,2±0,00                                 | 0,2±0,00   |
| C12:0           | 3,1±0,00                                 | 3,3±0,00   |
| C12:1           | 0,1±0,00                                 | 0,1±0,00   |
| C13:0           | 0,1±0,00                                 | 0,1±0,00   |
| C14:0           | 10,9±0,00                                | 10,9±0,00  |
| C14:1           | 1,2±0,00                                 | 1,1±0,00   |
| C15:0 br        | 0,5±0,00                                 | 0,45±0,05  |
| C15:0           | 1,1±0,00                                 | 1,0±0,00   |
| C15:1           | 0,3±0,00                                 | 0,3±0,00   |
| C16:0           | 33,35±0,05                               | 32,65±0,05 |
| C16:1           | 1,7±0,00                                 | 1,7±0,00   |
| C17:0 br        | 0,8±0,00                                 | 0,75±0,05  |
| C17:0           | 0,6±0,00                                 | 0,6±0,00   |
| C17:1           | 0,25±0,05                                | 0,2±0,00   |
| C18:0           | 10,7±0,00                                | 11,1±0,00  |
| C18:1trans      | 1,65±0,05                                | 1,9±0,00   |
| C18:1cis9       | 20,5±0,00                                | 20,7±0,00  |
| C18:1cis11      | 0,8±0,00                                 | 0,8±0,00   |

|                           |            |            |
|---------------------------|------------|------------|
| C18:1 c inne              | 1,1±0,00   | 1,2±0,00   |
| C18:2                     | 1,85±0,05  | 1,95±0,05  |
| C18:3n3                   | 0,3±0,00   | 0,3±0,00   |
| C18:2c9t11                | 0,5±0,00   | 0,5±0,00   |
| C20:0                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:1                     | 0,2±0,00   | 0,2±0,00   |
| C20:3n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:4n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C22:5n3                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| <b>Σ nasycone</b>         | 68,95±0,05 | 68,45±0,15 |
| <b>Σ jednonienasycone</b> | 26,35±0,05 | 26,5±0,00  |
| <b>Σ wielonienasycone</b> | 2,95±0,05  | 3,05±0,05  |
| trans                     | 1,65±0,05  | 1,9±0,00   |
| omega 3                   | 0,4±0,00   | 0,4±0,00   |
| omega 6                   | 2,05±0,05  | 2,15±0,05  |
| omega 9                   | 20,6±0,00  | 20,8±0,00  |
| <b>Cholesterol</b>        | 43,95±0,65 | 25,15±0,45 |

n.w.- nie wykryto, TR- ser krowi twarogowy z maślanką, TB1 - ser krowi twarogowy ze szczepem B1

**Tabela 23.** Skład kwasów tłuszczowych (średnia±SD) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich twarogowych po 21 dniach chłodniczego przechowywania (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

| Kwas tłuszczowy | Po 21 dniach chłodniczego przechowywania |           |
|-----------------|------------------------------------------|-----------|
|                 | TR                                       | TB1       |
| C4:0            | 2,2±0,00                                 | 2,25±0,05 |
| C6:0            | 1,7±0,00                                 | 1,7±0,00  |
| C8:0            | 1,1±0,00                                 | 1,1±0,00  |
| C10:0           | 2,6±0,00                                 | 2,7±0,00  |
| C10:1           | 0,2±0,00                                 | 0,2±0,00  |
| C12:0           | 3,1±0,00                                 | 3,3±0,00  |
| C12:1           | 0,1±0,00                                 | 0,1±0,00  |
| C13:0           | 0,1±0,00                                 | 0,1±0,00  |
| C14:0           | 10,85±0,05                               | 10,9±0,00 |
| C14:1           | 1,2±0,00                                 | 1,1±0,00  |

|                           |            |            |
|---------------------------|------------|------------|
| C15:0 br                  | 0,5±0,00   | 0,5±0,00   |
| C15:0                     | 1,0±0,00   | 1,0±0,00   |
| C15:1                     | 0,3±0,00   | 0,3±0,00   |
| C16:0                     | 33,45±0,05 | 32,55±0,05 |
| C16:1                     | 1,7±0,00   | 1,65±0,05  |
| C17:0 br                  | 0,8±0,00   | 0,8±0,00   |
| C17:0                     | 0,6±0,00   | 0,5±0,00   |
| C17:1                     | 0,2±0,00   | 0,2±0,00   |
| C18:0                     | 10,65±0,05 | 10,9±0,00  |
| C18:1trans                | 1,65±0,05  | 1,9±0,00   |
| C18:1cis9                 | 20,75±0,25 | 20,7±0,00  |
| C18:1cis11                | 0,75±0,05  | 0,8±0,00   |
| C18:1 c inne              | 1,15±0,05  | 1,25±0,05  |
| C18:2                     | 1,8±0,00   | 2,0±0,00   |
| C18:3n3                   | 0,3±0,00   | 0,3±0,00   |
| C18:2c9t11                | 0,5±0,00   | 0,5±0,00   |
| C20:0                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:1                     | 0,2±0,00   | 0,2±0,00   |
| C20:3n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:4n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C22:5n3                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| <b>Σ nasycone</b>         | 68,75±0,15 | 68,4±0,00  |
| <b>Σ jednonienasycone</b> | 26,55±0,15 | 26,5±0,10  |
| <b>Σ wielonienasycone</b> | 2,9±0,00   | 3,1±0,00   |
| trans                     | 1,65±0,05  | 1,9±0,00   |
| omega 3                   | 0,4±0,00   | 0,4±0,00   |
| omega 6                   | 2,0±0,00   | 2,2±0,00   |
| omega 9                   | 20,85±0,25 | 20,8±0,00  |
| <b>Cholesterol</b>        | 56,00±1,80 | 24,55±0,25 |

n.w.- nie wykryto, TR- ser krwi twarogowy z maślanką, TB1 - ser krwi twarogowy ze szczepem B1

## PRODUKACJA II

### Warianty badawcze:

**TR** - twaróg z mleka krowiego z maślanką

**TB1** – twaróg z mleka krowiego ze szczepem B1

## Wyniki

**Tabela 24.** Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej ( $^{\circ}\text{SH}$ ) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) ( $\text{średnia} \pm \text{SD}$ ) serów krowich twarogowych po produkcji oraz po 7, 14 i 21 dniach chłodniczego przechowywania.

| Próba      | Czas (dni) | pH              | $^{\circ}\text{SH}$ | ORP                |
|------------|------------|-----------------|---------------------|--------------------|
| <b>TR</b>  | 0          | 4,14 $\pm$ 0,00 | 172,00 $\pm$ 12,00  | 488,90 $\pm$ 2,40  |
|            | 7          | 4,45 $\pm$ 0,00 | 200,00 $\pm$ 0,00   | 508,80 $\pm$ 0,90  |
|            | 14         | 4,43 $\pm$ 0,02 | 190,00 $\pm$ 2,00   | 455,70 $\pm$ 7,40  |
|            | 21         | 4,31 $\pm$ 0,00 | 154,00 $\pm$ 2,00   | 500,65 $\pm$ 2,25  |
| <b>TB1</b> | 0          | 3,92 $\pm$ 0,00 | 206,00 $\pm$ 16,00  | 491,75 $\pm$ 0,55  |
|            | 7          | 3,93 $\pm$ 0,00 | 230,00 $\pm$ 0,00   | 457,65 $\pm$ 0,75  |
|            | 14         | 3,88 $\pm$ 0,00 | 204,00 $\pm$ 4,00   | 484,95 $\pm$ 12,55 |
|            | 21         | 3,92 $\pm$ 0,00 | 203,50 $\pm$ 13,50  | 378,00 $\pm$ 9,60  |

TR- ser krowi twarogowy z maślanką, TB1 - ser krowi twarogowy ze szczepem B1

**Tabela 25.** Podstawowy skład serów krowich twarogowych po produkcji.

| Parametr                | <b>TR</b> | <b>TB1</b> |
|-------------------------|-----------|------------|
| <b>Woda [%]</b>         | 65,9      | 79,1       |
| <b>Białko [%]</b>       | 13,8      | 8,5        |
| <b>Tłuszcz [%]</b>      | 15,9      | 8,4        |
| <b>Fosfor [%]</b>       | 0,41      | 0,31       |
| <b>Laktoza [g/100g]</b> | 4,50      | 4,55       |

TR- ser krowi twarogowy z maślanką, TB1 - ser krowi twarogowy ze szczepem B1

**Tabela 26.** Parametry barwy serów krowich twarogowych (n=15).

| Próba      | Czas (dni) | <b>L</b>         | <b>a</b>        | <b>b</b>        |
|------------|------------|------------------|-----------------|-----------------|
| <b>TR</b>  | 0          | 91,09 $\pm$ 0,51 | 2,62 $\pm$ 0,15 | 5,29 $\pm$ 0,72 |
|            | 7          | 87,51 $\pm$ 3,30 | 3,23 $\pm$ 0,13 | 5,83 $\pm$ 0,55 |
|            | 14         | 91,18 $\pm$ 0,73 | 3,25 $\pm$ 0,10 | 5,43 $\pm$ 0,25 |
|            | 21         | 91,11 $\pm$ 0,58 | 3,26 $\pm$ 0,13 | 5,30 $\pm$ 0,54 |
| <b>TB1</b> | 0          | 90,55 $\pm$ 0,13 | 2,63 $\pm$ 0,17 | 6,28 $\pm$ 0,39 |
|            | 7          | 90,97 $\pm$ 0,35 | 2,62 $\pm$ 0,13 | 6,25 $\pm$ 0,64 |
|            | 14         | 90,87 $\pm$ 0,64 | 2,61 $\pm$ 0,26 | 6,28 $\pm$ 0,42 |
|            | 21         | 90,75 $\pm$ 0,82 | 2,54 $\pm$ 0,10 | 6,74 $\pm$ 0,64 |

TR- ser krowi twarogowy z maślanką, TB1 - ser krowi twarogowy ze szczepem B1

**Tabela 27.** Skład kwasów tłuszczowych (średnia±niepewność) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich twarogowych po produkcji (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

| Kwas tłuszczowy | Po produkcji |            |
|-----------------|--------------|------------|
|                 | TR           | TB1        |
| C4:0            | 2,2±0,10     | 2,0±0,00   |
| C6:0            | 1,8±0,00     | 1,8±0,00   |
| C8:0            | 1,1±0,00     | 1,15±0,05  |
| C10:0           | 2,6±0,00     | 2,8±0,00   |
| C10:1           | 0,3±0,00     | 0,3±0,00   |
| C12:0           | 3,1±0,00     | 3,3±0,00   |
| C12:1           | 0,1±0,00     | 0,1±0,00   |
| C13:0           | 0,1±0,00     | 0,1±0,00   |
| C14:0           | 10,8±0,00    | 10,95±0,05 |
| C14:1           | 1,2±0,00     | 1,1±0,00   |
| C15:0 br        | 0,5±0,00     | 0,45±0,05  |
| C15:0           | 1,0±0,00     | 1,0±0,00   |
| C15:1           | 0,3±0,00     | 0,3±0,00   |
| C16:0           | 33,4±0,00    | 32,5±0,00  |
| C16:1           | 1,7±0,00     | 1,65±0,05  |
| C17:0 br        | 0,8±0,00     | 0,7±0,00   |
| C17:0           | 0,6±0,00     | 0,6±0,00   |
| C17:1           | 0,3±0,00     | 0,2±0,00   |
| C18:0           | 10,7±0,00    | 11,05±0,05 |
| C18:1trans      | 1,6±0,00     | 1,9±0,00   |
| C18:1cis9       | 20,55±0,05   | 20,65±0,05 |
| C18:1cis11      | 0,75±0,05    | 0,8±0,00   |
| C18:1 c inne    | 1,15±0,05    | 1,15±0,05  |
| C18:2           | 1,85±0,05    | 2,05±0,05  |
| C18:3n3         | 0,3±0,00     | 0,3±0,00   |
| C18:2c9t11      | 0,5±0,00     | 0,5±0,00   |
| C20:0           | 0,1±0,00     | 0,1±0,00   |
| C20:1           | 0,2±0,00     | 0,2±0,00   |



|                           |            |            |
|---------------------------|------------|------------|
| C20:3n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:4n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C22:5n3                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| <b>Σ nasycone</b>         | 68,8±0,10  | 68,5±0,10  |
| <b>Σ jednonienasycone</b> | 26,55±0,15 | 26,45±0,05 |
| <b>Σ wielonienasycone</b> | 2,95±0,05  | 3,15±0,05  |
| trans                     | 1,6±0,00   | 1,9±0,00   |
| omega 3                   | 0,4±0,00   | 0,4±0,00   |
| omega 6                   | 2,05±0,05  | 2,25±0,05  |
| omega 9                   | 20,65±0,05 | 20,75±0,05 |
| <b>Cholesterol</b>        | 48,15±0,15 | 27,95±2,85 |

n.w.- nie wykryto, TR- ser krowi twarogowy z maślanka, TB1 - ser krowi twarogowy ze szczepem B1

**Tabela 28.** Skład kwasów tłuszczowych (średnia±niepewność) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich twarogowych po 7 dniach chłodniczego przechowywania (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

| <b>Kwas tłuszczowy</b> | <b>Po 7 dniach chłodniczego przechowywania</b> |            |
|------------------------|------------------------------------------------|------------|
|                        | <b>TR</b>                                      | <b>TB1</b> |
| C4:0                   | 2,1±0,00                                       | 2,0±0,00   |
| C6:0                   | 1,6±0,00                                       | 1,55±0,05  |
| C8:0                   | 1,1±0,00                                       | 1,1±0,00   |
| C10:0                  | 2,55±0,05                                      | 2,7±0,00   |
| C10:1                  | 0,2±0,00                                       | 0,2±0,00   |
| C12:0                  | 3,15±0,05                                      | 3,3±0,00   |
| C12:1                  | 0,1±0,00                                       | 0,1±0,00   |
| C13:0                  | 0,1±0,00                                       | 0,1±0,00   |
| C14:0                  | 11,0±0,00                                      | 11,0±0,00  |
| C14:1                  | 1,2±0,00                                       | 1,1±0,00   |
| C15:0 br               | 0,5±0,00                                       | 0,5±0,00   |
| C15:0                  | 1,1±0,00                                       | 1,0±0,00   |
| C15:1                  | 0,3±0,00                                       | 0,3±0,00   |
| C16:0                  | 33,95±0,05                                     | 32,8±0,00  |
| C16:1                  | 1,7±0,00                                       | 1,7±0,00   |
| C17:0 br               | 0,8±0,00                                       | 0,8±0,00   |

|                           |            |            |
|---------------------------|------------|------------|
| C17:0                     | 0,6±0,00   | 0,6±0,00   |
| C17:1                     | 0,25±0,05  | 0,2±0,00   |
| C18:0                     | 10,95±0,05 | 11,1±0,00  |
| C18:1trans                | 1,6±0,00   | 1,8±0,00   |
| C18:1cis9                 | 20,1±0,10  | 20,6±0,00  |
| C18:1cis11                | 0,8±0,00   | 0,8±0,00   |
| C18:1 c inne              | 1,05±0,05  | 1,2±0,00   |
| C18:2                     | 1,8±0,10   | 2,05±0,05  |
| C18:3n3                   | 0,3±0,00   | 0,3±0,00   |
| C18:2c9t11                | 0,5±0,00   | 0,5±0,00   |
| C20:0                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:1                     | 0,2±0,00   | 0,2±0,00   |
| C20:3n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:4n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C22:5n3                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| <b>Σ nasycone</b>         | 69,6±0,00  | 68,65±0,05 |
| <b>Σ jednonienasycone</b> | 25,9±0,10  | 26,4±0,00  |
| <b>Σ wielonienasycone</b> | 2,9±0,10   | 3,15±0,05  |
| trans                     | 1,6±0,00   | 1,8±0,00   |
| omega 3                   | 0,4±0,00   | 0,4±0,00   |
| omega 6                   | 2,0±0,10   | 2,25±0,05  |
| omega 9                   | 20,2±0,10  | 20,7±0,00  |
| <b>Cholesterol</b>        | 49,45±5,45 | 25,95±0,65 |

n.w. - nie wykryto, TR- ser krowi twarogowy z maślanka, TB1 - ser krowi twarogowy ze szczepem B1

**Tabela 29.** Skład kwasów tłuszczowych (średnia±niepewność) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich twarogowych po 14 dniach chłodniczego przechowywania (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

| Kwas tłuszczowy | Po 14 dniach chłodniczego przechowywania |           |
|-----------------|------------------------------------------|-----------|
|                 | TR                                       | TB1       |
| C4:0            | 2,2±0,00                                 | 2,35±0,05 |
| C6:0            | 1,7±0,00                                 | 1,75±0,05 |
| C8:0            | 1,1±0,00                                 | 1,15±0,05 |
| C10:0           | 2,6±0,00                                 | 2,75±0,05 |

|                           |            |            |
|---------------------------|------------|------------|
| C10:1                     | 0,25±0,05  | 0,25±0,05  |
| C12:0                     | 3,1±0,00   | 3,35±0,05  |
| C12:1                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C13:0                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C14:0                     | 10,9±0,00  | 10,9±0,00  |
| C14:1                     | 1,2±0,00   | 1,1±0,00   |
| C15:0 br                  | 0,5±0,00   | 0,5±0,00   |
| C15:0                     | 1,1±0,00   | 1,0±0,00   |
| C15:1                     | 0,3±0,00   | 0,3±0,00   |
| C16:0                     | 33,5±0,00  | 32,5±0,10  |
| C16:1                     | 1,7±0,00   | 1,65±0,05  |
| C17:0 br                  | 0,8±0,00   | 0,75±0,05  |
| C17:0                     | 0,6±0,00   | 0,6±0,00   |
| C17:1                     | 0,3±0,00   | 0,2±0,00   |
| C18:0                     | 10,7±0,00  | 10,9±0,00  |
| C18:1trans                | 1,6±0,00   | 1,8±0,00   |
| C18:1cis9                 | 20,5±0,00  | 20,45±0,15 |
| C18:1cis11                | 0,8±0,00   | 0,8±0,00   |
| C18:1 c inne              | 1,1±0,00   | 1,2±0,00   |
| C18:2                     | 1,8±0,00   | 2,05±0,05  |
| C18:3n3                   | 0,3±0,00   | 0,3±0,00   |
| C18:2c9t11                | 0,5±0,00   | 0,5±0,00   |
| C20:0                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:1                     | 0,2±0,00   | 0,2±0,00   |
| C20:3n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:4n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C22:5n3                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| <b>Σ nasycone</b>         | 69,0±0,00  | 68,7±0,10  |
| <b>Σ jednonienasycone</b> | 26,45±0,05 | 26,25±0,05 |
| <b>Σ wielonienasycone</b> | 2,9±0,00   | 3,15±0,05  |
| trans                     | 1,6±0,00   | 1,8±0,00   |
| omega 3                   | 0,4±0,00   | 0,4±0,00   |
| omega 6                   | 2,0±0,00   | 2,25±0,05  |

|                    |           |            |
|--------------------|-----------|------------|
| omega 9            | 20,6±0,00 | 20,55±0,15 |
| <b>Cholesterol</b> | 41,3±0,40 | 25,45±0,25 |

n.w. - nie wykryto, TR- ser krowi twarogowy z maślanka, TB1 - ser krowi twarogowy ze szczepem B1

**Tabela 30.** Skład kwasów tłuszczowych (średnia±niepewność) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich twarogowych po 21 dniach chłodniczego przechowywania (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

| Kwas tłuszczowy | Po 21 dniach chłodniczego przechowywania |           |
|-----------------|------------------------------------------|-----------|
|                 | TR                                       | TB1       |
| C4:0            | 2,3±0,00                                 | 2,2±0,00  |
| C6:0            | 1,7±0,00                                 | 1,7±0,00  |
| C8:0            | 1,1±0,00                                 | 1,1±0,00  |
| C10:0           | 2,6±0,00                                 | 2,7±0,00  |
| C10:1           | 0,2±0,00                                 | 0,2±0,00  |
| C12:0           | 3,1±0,00                                 | 3,3±0,00  |
| C12:1           | 0,1±0,00                                 | 0,1±0,00  |
| C13:0           | 0,1±0,00                                 | 0,1±0,00  |
| C14:0           | 10,9±0,00                                | 10,9±0,00 |
| C14:1           | 1,2±0,00                                 | 1,1±0,00  |
| C15:0 br        | 0,5±0,00                                 | 0,5±0,00  |
| C15:0           | 1,0±0,00                                 | 1,0±0,00  |
| C15:1           | 0,3±0,00                                 | 0,3±0,00  |
| C16:0           | 33,5±0,00                                | 32,6±0,00 |
| C16:1           | 1,7±0,00                                 | 1,7±0,00  |
| C17:0 br        | 0,8±0,00                                 | 0,8±0,00  |
| C17:0           | 0,6±0,00                                 | 0,6±0,00  |
| C17:1           | 0,2±0,00                                 | 0,2±0,00  |
| C18:0           | 10,7±0,00                                | 10,9±0,00 |
| C18:1trans      | 1,7±0,00                                 | 1,8±0,00  |
| C18:1cis9       | 20,45±0,05                               | 20,6±0,00 |
| C18:1cis11      | 0,75±0,05                                | 0,8±0,00  |
| C18:1 c inne    | 1,15±0,05                                | 1,2±0,00  |
| C18:2           | 1,8±0,00                                 | 2,0±0,00  |
| C18:3n3         | 0,3±0,00                                 | 0,3±0,00  |

|                           |            |           |
|---------------------------|------------|-----------|
| C18:2c9t11                | 0,5±0,00   | 0,5±0,00  |
| C20:0                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00  |
| C20:1                     | 0,2±0,00   | 0,2±0,00  |
| C20:3n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00  |
| C20:4n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00  |
| C22:5n3                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00  |
| <b>Σ nasycone</b>         | 69,0±0,00  | 68,5±0,00 |
| <b>Σ jednonienasycone</b> | 26,25±0,05 | 26,4±0,00 |
| <b>Σ wielonienasycone</b> | 2,9±0,00   | 3,1±0,00  |
| trans                     | 1,7±0,00   | 1,8±0,00  |
| omega 3                   | 0,4±0,00   | 0,4±0,00  |
| omega 6                   | 2,0±0,00   | 2,2±0,00  |
| omega 9                   | 20,55±0,05 | 20,7±0,00 |
| <b>Cholesterol</b>        | 52,95±0,45 | 22,2±1,40 |

n.w.- nie wykryto, TR- ser krowi twarogowy z maślanka, TB1 - ser krowi twarogowy ze szczepem B1

### Ocena mikrobiologiczna

W tabeli 31 umieszczono wyniki oceny jakości mikrobiologicznej serów twarogowych otrzymanych w wyniku koagulacji kwasowej z użyciem szczepu *L. brevis* B1(TB1) oraz twarogu kontrolnego (TR). Sery twarogowe przechowywano w warunkach chłodniczych przez 7, 14 i 21 dni.

**Tabela 31.** Obecność i średnia liczba wybranych mikroorganizmów w twarogach po produkcji i po 7, 14 i 21 dniach przechowywania.

| Próba | Czas badania (dni) | Liczba komórek bakterii [jkt/g] |                  |                        |                        | Obecność komórek bakterii |      |
|-------|--------------------|---------------------------------|------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|------|
|       |                    | LAB                             | ENT              | Y&M                    | STA                    | SALM                      | LIST |
| TR    | 0                  | 1,00 x 10 <sup>5</sup>          | <10 <sup>2</sup> | 3,29 x 10 <sup>4</sup> | 1,05 x 10 <sup>4</sup> | nb                        | nb   |
|       | 7                  | 4,54 x 10 <sup>7</sup>          | <10 <sup>2</sup> | 2,75 x 10 <sup>4</sup> | 1,70 x 10 <sup>5</sup> | nb                        | nb   |
|       | 14                 | 3,33 x 10 <sup>7</sup>          | <10 <sup>2</sup> | 2,43 x 10 <sup>6</sup> | <10 <sup>2</sup>       | nb                        | nb   |
|       | 21                 | 2,37 x 10 <sup>9</sup>          | <10 <sup>2</sup> | 2,23 x 10 <sup>5</sup> | <10 <sup>2</sup>       | nb                        | nb   |
| TB1   | 0                  | 4,36 x 10 <sup>7</sup>          | <10 <sup>2</sup> | 8,45 x 10 <sup>3</sup> | < 10 <sup>2</sup>      | nb                        | nb   |
|       | 7                  | 1,87 x 10 <sup>9</sup>          | <10 <sup>2</sup> | 7,93 x 10 <sup>5</sup> | < 10 <sup>2</sup>      | nb                        | nb   |
|       | 14                 | 4,60 x 10 <sup>7</sup>          | <10 <sup>2</sup> | 3,20 x 10 <sup>5</sup> | < 10 <sup>2</sup>      | nb                        | nb   |
|       | 21                 | 1,80 x 10 <sup>9</sup>          | <10 <sup>2</sup> | 1,80x 10 <sup>4</sup>  | < 10 <sup>2</sup>      | nb                        | nb   |

Objaśnienia: LAB – ogólna liczba bakterii fermentacji mlekowej; ENT – liczba bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*; Y&M – ogólna liczba drożdży i pleśni; STA – liczba bakterii *Staphylococcus aureus*; SALM – obecność bakterii *Salmonella* sp.; LIST – obecność bakterii *Listeria monocytogenes*.  
nb – nieobecne; \* - obecność bakterii 25g produktu; n=3.

Stwierdzono, że jakość mikrobiologiczna twarogów otrzymanych z użyciem szczepu B1 była zadowalająca. Nie zaobserwowano obecności bakterii patogennych (*L. monocytogenes*, *S. aureus* i *Salmonella*). Poziom *Enterobacteriaceae* był również niski  $<10^2$  jtk/g. Podobny poziom bezpieczeństwa serów zaobserwowano w przypadku prób kontrolnych, przy czym w czasie 0 i po 7 dniach przechowywania stwierdzono niebezpiecznie wysoką liczebność bakterii *S. aureus*  $>10^4$ , jednak po 14 i 21 dniach nie obserwowano już obecności tych bakterii. Twarogi kontrolne i B1 charakteryzowały się zmienną liczebnością bakterii fermentacji mlekowej oraz drożdży i pleśni. Zaobserwowano, że w czasie przechowywania liczebność tych grup mikroorganizmów zwiększała się.

W tabeli 32 umieszczono wyniki aktywności wody serów twarogowych otrzymanych w wyniku koagulacji kwasowej z użyciem szczepu badawczego *L. brevis* B1 oraz twarogu kontrolnego. Sery twarogowe przechowywano w warunkach chłodniczych przez 7, 14 i 21 dni.

**Tabela 32.** Średnia wartość aktywności wody ( $a_w$ ) w twarogach po produkcji i po 7, 14 i 21 dniach przechowywania (mleko krowie), n=3

| Rodzaj produktu         | Próba | Czas przechowywania [dzień] | $a_w$           |
|-------------------------|-------|-----------------------------|-----------------|
| Twaróg z mleka krowiego | TR    | 0                           | $0,99 \pm 0,03$ |
|                         |       | 7                           | $0,98 \pm 0,04$ |
|                         |       | 14                          | $0,96 \pm 0,01$ |
|                         |       | 21                          | $0,96 \pm 0,01$ |
|                         | TB1   | 0                           | $0,99 \pm 0,04$ |
|                         |       | 7                           | $0,98 \pm 0,01$ |
|                         |       | 14                          | $0,97 \pm 0,01$ |
|                         |       | 21                          | $0,98 \pm 0,01$ |

W produkcie kontrolnym  $a_w$  utrzymywała się na poziomie 0,99 jednostek po procesie produkcji, 0,98 po 7 dniach przechowywania, a następnie uległa obniżeniu do wartości 0,96 jednostek po 21 dniach przechowywania. W próbie badawczej B1 wartość  $a_w$  po procesie produkcji również wynosiła średnio 0,99, a następnie obniżyła się i utrzymywała

na stałym poziomie do końca okresu przechowywania. Ogólnie wartości aktywności wody były wysokie, charakterystyczne dla tego rodzaju wyrobów mlecznych.

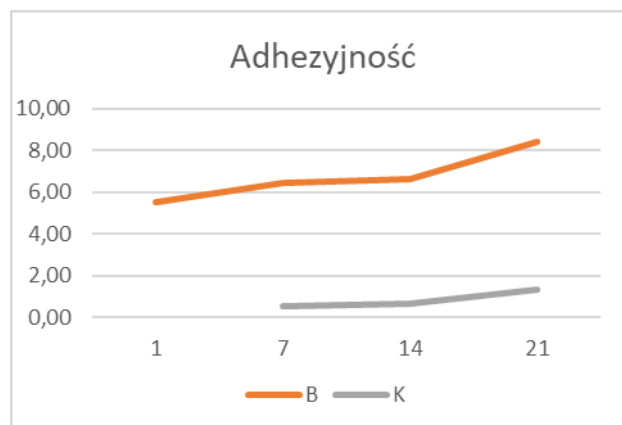
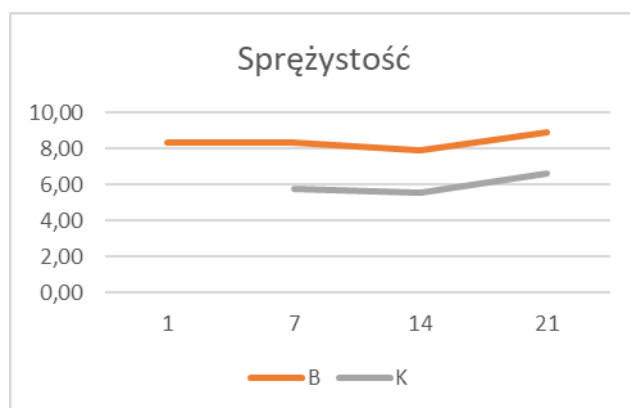
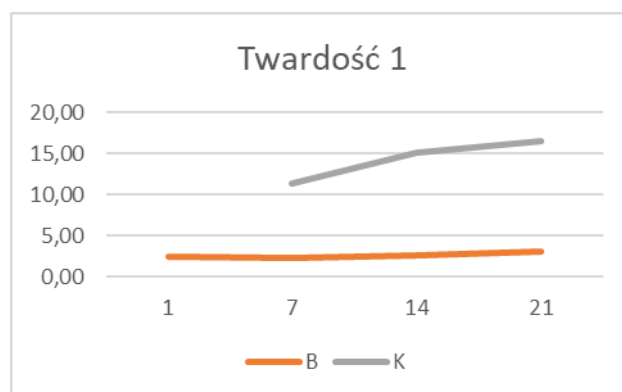
### Tekstura

W tabeli 33 oraz na rysunku 15 umieszczono wyniki analizy tekstury serów twarogowych otrzymanych w wyniku koagulacji kwasowej z użyciem szczepu badawczego *L. brevis* B1 oraz twarogu kontrolnego. Sery twarogowe przechowywano w warunkach chłodniczych przez 21 dni.

**Tabela 33.** Wyniki analizy tekstury twarogów – kontrolnego z maślanką (K) oraz z wykorzystaniem szczepu *L. brevis* B1 (TB1) po produkcji oraz po 7, 14 i 21 dniach przechowywanych w warunkach chłodniczych

| Twardość 1 [N]   |       |       |       |       |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
|                  | 1     | 7     | 14    | 21    |
| B1               | 2,46  | 2,30  | 2,56  | 3,12  |
| K                | -     | 11,41 | 15,18 | 16,48 |
| Adhezyjność [mj] |       |       |       |       |
|                  | 1     | 7     | 14    | 21    |
| B1               | 5,50  | 6,47  | 6,61  | 8,41  |
| K                | -     | 0,55  | 0,65  | 1,33  |
| Twardość 2 [N]   |       |       |       |       |
|                  | 1     | 7     | 14    | 21    |
| B1               | 2,19  | 0,71  | 2,34  | 2,82  |
| K                | -     | 9,63  |       | 13,56 |
| Kohezyjność      |       |       |       |       |
|                  | 1     | 7     | 14    | 21    |
| B1               | 2,19  | 2,14  | 2,34  | 2,82  |
| K                |       | 0,51  | 0,54  | 0,52  |
| Sprężystość [mm] |       |       |       |       |
|                  | 1     | 7     | 14    | 21    |
| B1               | 8,31  | 8,33  | 7,95  | 8,88  |
| K                |       | 5,79  | 5,59  | 6,60  |
| Gumowatość [N]   |       |       |       |       |
|                  | 1     | 7     | 14    | 21    |
| B1               | 1,50  | 1,40  | 1,48  | 1,89  |
| K                |       | 5,90  | 8,71  | 8,65  |
| Żujność [mj]     |       |       |       |       |
|                  | 1     | 7     | 14    | 21    |
| B1               | 12,90 | 11,67 | 11,82 | 16,86 |

|   |  |       |       |       |
|---|--|-------|-------|-------|
| K |  | 34,30 | 57,45 | 59,67 |
|---|--|-------|-------|-------|







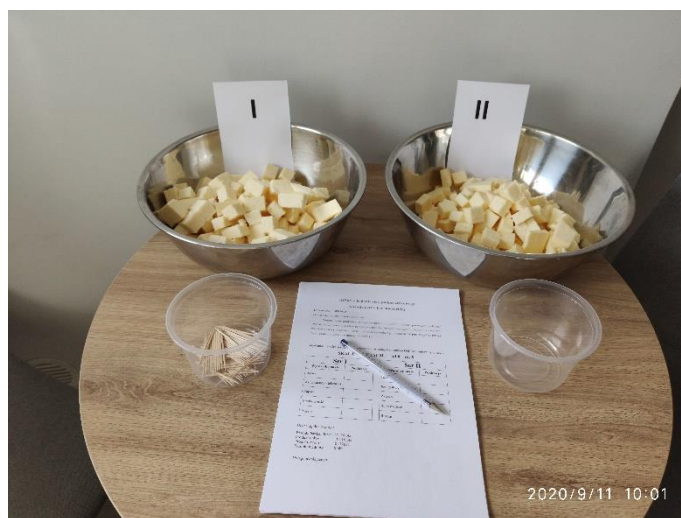
**Rys. 15.** Porównanie poszczególnych parametrów tekstury twarogów – kontrolnego z maślanką (K) oraz z wykorzystaniem szczepu *L. brevis* B1 (B) przechowywanych w warunkach chłodniczych przez 21 dni.

W odniesieniu do twarogu kontrolnego oznaczono wyższe wartości sił w pierwszym cyklu ściskania w porównaniu do twarogu do którego zastosowano szczep *L. brevis* B1. Również wartości wyrażające gumowatość i żujność w przypadku twarogu kontrolnego były wyższe. Z kolei w przypadku sprężystości, kohezyjności adhezyjności stwierdzono wyższe wartości parametrów w serach z dodatkiem szczepu B1. Badane parametry w obydwu przypadkach przyjmowały wyższe wartości po przechowywaniu produktów.

## PRODUKCJA SERÓW KWASOWO-PODPUSZCZKOWYCH

| Wyszczególnienie                             | ilość | stężenie | temp.<br>stopnie °C | czas    |
|----------------------------------------------|-------|----------|---------------------|---------|
| Mleko świeże - odbiór                        | 300 l |          | 5                   |         |
| Mleko - podgrzewanie                         | 300 l |          | 36                  | 2 h     |
| Dodanie $\text{CaCl}_2$                      | 30 g  | 0,0100%  |                     |         |
| Dodanie zakwasu maślarskiego                 | 3 l   | 1,0000%  |                     |         |
| Dodanie podpuszczki                          | 15 g  | 0,0050%  |                     |         |
| Tworzenie skrzepu                            | 300 l |          | 36                  | 1 h     |
| Krojenie skrzepu                             | 300 l |          | 36                  | 20 min. |
| Pogrzewanie gęstwy i mieszanie               | 300 l |          | od 36 do 40         | 40 min. |
| Płukanie ziarna - odpompowanie serwatki      | 100 l |          | 40                  | 5 min.  |
| Płukanie ziarna -dodanie wody                | 100 l |          | 40                  | 5 min.  |
| Suszenie i pielęgnacja ziarna                |       |          | od 40 do 45         | 30 min. |
| Odpompowanie serwatki                        | 270 l |          |                     |         |
| Formowanie serów                             | 30 kg |          |                     | 20 min. |
| Prasowanie serów                             | 30 kg |          |                     | 12 h    |
| Roztwór soli - solanka $\text{NaCl}$         | 50 l  | 20,00%   |                     |         |
| Solenie serów w solance                      | 30 kg |          | 15                  | 12 h    |
| Dojrzewanie serów (dojrzewalnia 90% wilgot.) | 30 kg |          | 8                   | 7 dni   |

Wyprodukowane sery kwasowo-podpuszczkowe poddane zostały ocenie konsumentckiej. Określono konsystencję, barwę, zapach i smakowitość serów. Oceny dokonywała 15-osobowa grupa degustatorów przeszkolona w wykonywaniu analiz sensorycznych serów kwasowo-podpuszczkowych.



**Rys. 16.** Ocena konsumencka serów kwasowo- podpuszczkowy

**Tabela 34.** Ocena konsumencka serów krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji.

| Wyróżnik jakościowy     | PR        | PB1       |
|-------------------------|-----------|-----------|
| <b>Barwa</b>            | 4,55±0,66 | 4,30±0,95 |
| <b>Konsystencja</b>     | 4,40±0,58 | 4,05±0,92 |
| <b>Zapach</b>           | 3,70±1,38 | 3,35±1,06 |
| <b>Smakowitość</b>      | 4,30±0,84 | 3,05±1,20 |
| <b>Jakość całkowita</b> | 4,23±0,63 | 3,68±0,68 |

PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanką, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1



**Rys. 17.** Ser kwasowo- podpuszczkowy z mleka krowiego z dodatkiem maślanki



**Rys. 18.** Ser kwasowo- podpuszczkowy z mleka krowiego z dodatkiem szczepu B1

## PRODUKACJA I

### Warianty badawcze:

**PR-** ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanką

**PB1** - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

### Wyniki

**Tabela 35.** Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej ( $^{\circ}\text{SH}$ ) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) (średnia $\pm$ SD) serów krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji oraz po miesiącu, 2 i 3 miesiącach dojrzewania.

| Próba      | Czas (miesiące) | pH              | $^{\circ}\text{SH}$ | ORP               |
|------------|-----------------|-----------------|---------------------|-------------------|
| <b>PR</b>  | 0               | 5,15 $\pm$ 0,01 | 232,00 $\pm$ 2,00   | 488,55 $\pm$ 2,65 |
|            | 1               | 5,05 $\pm$ 0,05 | 90,00 $\pm$ 2,00    | 390,55 $\pm$ 4,65 |
|            | 2               | 5,17 $\pm$ 0,00 | 78,00 $\pm$ 2,00    | 519,20 $\pm$ 0,30 |
|            | 3               | 5,13 $\pm$ 0,00 | 98,00 $\pm$ 4,00    | 440,50 $\pm$ 2,00 |
| <b>PB1</b> | 0               | 5,15 $\pm$ 0,02 | 223,00 $\pm$ 1,00   | 436,95 $\pm$ 0,85 |
|            | 1               | 4,99 $\pm$ 0,02 | 89,00 $\pm$ 1,00    | 405,45 $\pm$ 0,35 |
|            | 2               | 4,95 $\pm$ 0,00 | 91,00 $\pm$ 3,00    | 512,05 $\pm$ 5,75 |
|            | 3               | 5,00 $\pm$ 0,06 | 132,00 $\pm$ 12,00  | 479,80 $\pm$ 7,80 |

PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanką, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

**Tabela 36.** Podstawowy skład serów krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji.

| Parametr [%] | <b>PR</b>        | <b>PB1</b>       |
|--------------|------------------|------------------|
| <b>Woda</b>  | 42,95 $\pm$ 0,05 | 47,25 $\pm$ 0,15 |

|                |            |            |
|----------------|------------|------------|
| <b>Bialko</b>  | 19,80±0,10 | 18,60±0,00 |
| <b>Tłuszcz</b> | 30,15±0,45 | 27,30±0,70 |
| <b>NaCl</b>    | 1,30±0,00  | 1,60±0,00  |
| <b>Fosfor</b>  | 0,94±0,05  | 0,90±0,05  |

PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

**Tabela 37.** Parametry barwy serów krowich kwasowo-podpuszczkowych (n=15).

| <b>Próba</b> | <b>Czas dojrzewania (miesiące)</b> | <b>L</b>   | <b>a</b>  | <b>b</b>   |
|--------------|------------------------------------|------------|-----------|------------|
| <b>PR</b>    | 0                                  | 84,90±2,09 | 1,36±0,13 | 14,74±0,73 |
|              | 1                                  | 84,30±2,23 | 1,33±0,21 | 16,02±0,96 |
|              | 2                                  | 85,09±1,65 | 1,68±0,44 | 17,33±0,63 |
|              | 3                                  | 83,42±2,57 | 1,43±0,18 | 17,21±0,37 |
| <b>PB1</b>   | 0                                  | 84,61±1,84 | 1,45±0,16 | 13,93±0,91 |
|              | 1                                  | 84,37±1,21 | 1,32±0,13 | 15,06±1,46 |
|              | 2                                  | 87,48±1,09 | 2,37±0,13 | 14,92±0,71 |
|              | 3                                  | 85,94±1,11 | 1,59±0,10 | 15,44±0,58 |

PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

**Tabela 38.** Skład kwasów tłuszczowych (średnia±niepewność) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

| <b>Kwas tłuszczowy</b> | <b>Po produkcji</b> |            |
|------------------------|---------------------|------------|
|                        | <b>PR</b>           | <b>PB1</b> |
| C4:0                   | 2,4±0,00            | 2,3±0,00   |
| C6:0                   | 1,7±0,00            | 1,7±0,00   |
| C8:0                   | 1,1±0,00            | 1,1±0,00   |
| C10:0                  | 2,55±0,05           | 2,7±0,00   |
| C10:1                  | 0,2±0,00            | 0,2±0,00   |
| C12:0                  | 3,1±0,00            | 3,3±0,00   |
| C12:1                  | 0,1±0,00            | 0,1±0,00   |
| C13:0                  | 0,1±0,00            | 0,1±0,00   |
| C14:0                  | 10,5±0,00           | 11,0±0,00  |
| C14:1                  | 1,1±0,00            | 1,1±0,00   |
| C15:0 br               | 0,5±0,00            | 0,45±0,05  |
| C15:0                  | 1,0±0,00            | 1,0±0,00   |
| C15:1                  | 0,3±0,00            | 0,3±0,00   |

|                           |            |            |
|---------------------------|------------|------------|
| C16:0                     | 32,0±0,00  | 32,9±0,00  |
| C16:1                     | 1,7±0,00   | 1,7±0,00   |
| C17:0 br                  | 0,7±0,00   | 0,7±0,00   |
| C17:0                     | 0,6±0,00   | 0,6±0,00   |
| C17:1                     | 0,25±0,05  | 0,2±0,00   |
| C18:0                     | 11,6±0,00  | 10,9±0,00  |
| C18:1trans                | 1,7±0,00   | 1,7±0,00   |
| C18:1cis9                 | 21,4±0,00  | 20,45±0,05 |
| C18:1cis11                | 0,8±0,00   | 0,8±0,00   |
| C18:1 c inne              | 1,2±0,00   | 1,2±0,00   |
| C18:2                     | 2,0±0,00   | 1,9±0,00   |
| C18:3n3                   | 0,3±0,00   | 0,3±0,00   |
| C18:2c9t11                | 0,5±0,00   | 0,5±0,00   |
| C20:0                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:1                     | 0,2±0,00   | 0,2±0,00   |
| C20:3n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:4n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C22:5n3                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| <b>Σ nasycone</b>         | 67,95±0,05 | 68,85±0,05 |
| <b>Σ jednonienasycone</b> | 27,25±0,05 | 26,25±0,05 |
| <b>Σ wielonienasycone</b> | 3,1±0,00   | 3,0±0,00   |
| trans                     | 1,7±0,00   | 1,7±0,00   |
| omega 3                   | 0,4±0,00   | 0,4±0,00   |
| omega 6                   | 2,2±0,00   | 2,1±0,00   |
| omega 9                   | 21,5±0,00  | 20,55±0,05 |
| <b>Cholesterol</b>        | 84,65±2,25 | 82,65±0,55 |

n.w.- nie wykryto, PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

**Tabela 39.** Skład kwasów tłuszczowych (średnia±niepewność) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po miesiącu dojrzewania (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

| <b>Kwas tłuszczowy</b> | <b>Po miesiącu dojrzewania</b> |            |
|------------------------|--------------------------------|------------|
|                        | <b>PR</b>                      | <b>PB1</b> |
| C4:0                   | 2,45±0,05                      | 2,4±0,00   |
| C6:0                   | 1,7±0,00                       | 1,7±0,00   |
| C8:0                   | 1,05±0,05                      | 1,0±0,00   |

|                           |            |            |
|---------------------------|------------|------------|
| C10:0                     | 2,45±0,05  | 2,45±0,05  |
| C10:1                     | 0,1±0,00   | 0,15±0,05  |
| C12:0                     | 3,0±0,10   | 3,0±0,10   |
| C12:1                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C13:0                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C14:0                     | 10,5±0,20  | 10,65±0,15 |
| C14:1                     | 1,05±0,05  | 1,05±0,05  |
| C15:0 br                  | 0,4±0,00   | 0,4±0,00   |
| C15:0                     | 0,9±0,00   | 0,95±0,05  |
| C15:1                     | 0,3±0,00   | 0,25±0,05  |
| C16:0                     | 32,75±0,45 | 32,95±0,25 |
| C16:1                     | 1,6±0,00   | 1,6±0,00   |
| C17:0 br                  | 0,8±0,00   | 0,8±0,00   |
| C17:0                     | 0,5±0,00   | 0,55±0,05  |
| C17:1                     | 0,2±0,00   | 0,2±0,00   |
| C18:0                     | 11,45±0,35 | 11,35±0,25 |
| C18:1trans                | 1,8±0,00   | 1,6±0,10   |
| C18:1cis9                 | 21,05±0,45 | 21,0±0,50  |
| C18:1cis11                | 1,3±0,00   | 1,25±0,05  |
| C18:1 c inne              | 1,4±0,00   | 1,45±0,15  |
| C18:2                     | 1,85±0,05  | 1,85±0,05  |
| C18:3n3                   | 0,2±0,00   | 0,2±0,00   |
| C18:2c9t11                | 0,4±0,00   | 0,4±0,00   |
| C20:0                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:1                     | 0,2±0,00   | 0,2±0,00   |
| C20:3n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:4n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C22:5n3                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| <b>Σ nasycone</b>         | 68,15±0,55 | 68,4±0,20  |
| <b>Σ jednonienasycone</b> | 27,3±0,50  | 27,25±0,25 |
| <b>Σ wielonienasycone</b> | 2,75±0,05  | 2,75±0,05  |
| trans                     | 1,8±0,00   | 1,6±0,10   |
| omega 3                   | 0,3±0,00   | 0,3±0,00   |
| omega 6                   | 2,05±0,05  | 2,05±0,05  |
| omega 9                   | 21,1±0,40  | 21,1±0,50  |

|                    |            |           |
|--------------------|------------|-----------|
| <b>Cholesterol</b> | 88,05±2,45 | 80,2±2,40 |
|--------------------|------------|-----------|

n.w.- nie wykryto, PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

**Tabela 40.** Skład kwasów tłuszczowych (średnia±niepewność) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po dwóch miesiącach dojrzewania (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

| <b>Kwas tłuszczowy</b> | <b>Po dwóch miesiącach dojrzewania</b> |            |
|------------------------|----------------------------------------|------------|
|                        | <b>PR</b>                              | <b>PB1</b> |
| C4:0                   | 2,6±0,10                               | 2,7±0,00   |
| C6:0                   | 1,75±0,05                              | 1,85±0,05  |
| C8:0                   | 1,0±0,00                               | 1,05±0,05  |
| C10:0                  | 2,3±0,00                               | 2,45±0,05  |
| C10:1                  | 0,3±0,00                               | 0,3±0,00   |
| C12:0                  | 2,75±0,05                              | 3,0±0,10   |
| C12:1                  | 0,1±0,00                               | 0,1±0,00   |
| C13:0                  | 0,1±0,00                               | 0,1±0,00   |
| C14:0                  | 10,45±0,05                             | 10,9±0,00  |
| C14:1                  | 1,0±0,00                               | 1,05±0,05  |
| C15:0 br               | 0,45±0,05                              | 0,4±0,00   |
| C15:0                  | 0,9±0,00                               | 0,9±0,00   |
| C15:1                  | 0,3±0,00                               | 0,3±0,00   |
| C16:0                  | 32,65±0,05                             | 33,55±0,25 |
| C16:1                  | 1,55±0,05                              | 1,6±0,00   |
| C17:0 br               | 0,8±0,00                               | 0,8±0,00   |
| C17:0                  | 0,5±0,00                               | 0,5±0,00   |
| C17:1                  | 0,2±0,00                               | 0,2±0,00   |
| C18:0                  | 11,85±0,05                             | 11,10±0,10 |
| C18:1trans             | 1,7±0,00                               | 1,65±0,05  |
| C18:1cis9              | 21,8±0,00                              | 20,8±0,10  |
| C18:1cis11             | 0,75±0,05                              | 0,7±0,00   |
| C18:1 c inne           | 0,9±0,00                               | 0,85±0,05  |
| C18:2                  | 1,85±0,05                              | 1,8±0,00   |
| C18:3n3                | 0,2±0,00                               | 0,2±0,00   |
| C18:2c9t11             | 0,45±0,05                              | 0,4±0,00   |
| C20:0                  | 0,1±0,00                               | 0,1±0,00   |
| C20:1                  | 0,2±0,00                               | 0,2±0,00   |



|                           |            |            |
|---------------------------|------------|------------|
| C20:3n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:4n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C22:5n3                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| <b>Σ nasycone</b>         | 23,0±0,10  | 23,05±0,25 |
| <b>Σ jednonienasycone</b> | 52,5±0,20  | 52,4±0,20  |
| <b>Σ wielonienasycone</b> | 0,9±0,00   | 0,9±0,00   |
| trans                     | 20,85±0,05 | 20,8±0,10  |
| omega 3                   | 0,4±0,00   | 0,4±0,00   |
| omega 6                   | 0,4±0,00   | 0,4±0,00   |
| omega 9                   | 0,8±0,00   | 0,75±0,05  |
| <b>Cholesterol</b>        | 89,1±0,30  | 76,1±1,00  |

n.w.- nie wykryto, PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

**Tabela 41.** Zawartość aminokwasów fizjologicznych w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji [mg/g].

| <b>Aminokwasy</b> | <b>PR</b> | <b>PB1</b> |
|-------------------|-----------|------------|
| PheSer            | 0,0258    | 0,0155     |
| Tau               | n.w.      | n.w.       |
| Feta              | n.w.      | n.w.       |
| Urea              | n.w.      | n.w.       |
| KwAsp             | 0,0454    | 0,0041     |
| Hyp               | n.w.      | n.w.       |
| Thr               | 0,0291    | n.w.       |
| Ser               | 0,0477    | n.w.       |
| KwGlu             | 0,0756    | 0,0201     |
| KwAdip            | n.w.      | n.w.       |
| Pro               | n.w.      | n.w.       |
| Gly               | 0,0133    | 0,0099     |
| Ala               | 0,0291    | 0,0059     |
| Citr              | n.w.      | n.w.       |
| Aba               | n.w.      | n.w.       |
| Val               | 0,0797    | 0,0177     |
| Cys               | n.w.      | 0,0295     |

|       |        |        |
|-------|--------|--------|
| Met   | 0,04   | 0,0085 |
| Cysta | n.w.   | n.w.   |
| Ile   | 0,0326 | 0,0142 |
| Leu   | 0,164  | 0,0675 |
| Tyr   | 0,0805 | 0,0414 |
| Phe   | 0,201  | 0,118  |
| Bala  | n.w.   | n.w.   |
| Baima | n.w.   | n.w.   |
| Gama  | 0,163  | 0,0653 |
| EtA   | n.w.   | n.w.   |
| Orn   | 0,13   | 0,035  |
| Lys   | 0,144  | 0,0262 |
| His   | 0,0294 | n.w.   |
| 1mHis | n.w.   | n.w.   |
| 3mHis | n.w.   | n.w.   |
| Arg   | n.w.   | n.w.   |

n.w.- nie wykryto; PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

**Tabela 42.** Zawartość aminokwasów fizjologicznych w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po miesiącu dojrzewania [mg/g].

| <b>Aminokwasy</b> | <b>PR</b> | <b>PB1</b> |
|-------------------|-----------|------------|
| PhSer             | 0,0383    | 0,0115     |
| Tau               | n.w.      | n.w.       |
| Feta              | n.w.      | n.w.       |
| Urea              | n.w.      | n.w.       |
| KwAsp             | 0,073     | 0,0136     |
| Hyp               | n.w.      | n.w.       |
| Thr               | 0,0502    | 0,0031     |
| Ser               | 0,0777    | 0,0068     |
| KwGlu             | 0,169     | 0,0257     |
| KwAdip            | n.w.      | n.w.       |

|       |        |        |
|-------|--------|--------|
| Pro   | n.w.   | n.w.   |
| Gly   | 0,0254 | 0,0059 |
| Ala   | 0,0526 | 0,0104 |
| Citr  | 0,033  | 0,0108 |
| Aba   | n.w.   | n.w.   |
| Val   | 0,154  | 0,0375 |
| Cys   | n.w.   | n.w.   |
| Met   | 0,0811 | 0,0289 |
| Cysta | n.w.   | n.w.   |
| Ile   | 0,0541 | 0,0133 |
| Leu   | 0,32   | 0,116  |
| Tyr   | 0,0996 | 0,0599 |
| Phe   | 0,33   | 0,163  |
| Bala  | n.w.   | n.w.   |
| Baima | n.w.   | n.w.   |
| Gama  | 0,302  | 0,0969 |
| EtA   | n.w.   | n.w.   |
| Orn   | 0,214  | 0,0729 |
| Lys   | 0,205  | 0,0451 |
| His   | 0,0252 | 0,0056 |
| 1mHis | n.w.   | n.w.   |
| 3mHis | n.w.   | n.w.   |
| Arg   | 0,0252 | 0,0089 |

n.w.- nie wykryto; PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

**Tabela 43.** Zawartość amin biogennych w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji [mg/g].

| Parametr  | Próba badawcza |      |
|-----------|----------------|------|
|           | PR             | PB1  |
| Histamina | n.w.           | n.w. |
| Tyramina  | n.w.           | n.w. |

|            |        |        |
|------------|--------|--------|
| Putrescyna | 0,0162 | 0,0238 |
| Kadaweryna | 0,132  | 0,179  |
| Spermidyna | n.w.   | n.w.   |
| Agmantyna  | n.w.   | n.w.   |
| Spermina   | n.w.   | n.w.   |

n.w.- nie wykryto; PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

**Tabela 44.** Zawartość amin biogennych w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po miesiącu dojrzewania [mg/g].

| Parametr   | Próba badawcza |        |
|------------|----------------|--------|
|            | PR             | PB1    |
| Histamina  | 0,019          | 0,0327 |
| Tyramina   | n.w.           | n.w.   |
| Putrescyna | 0,0149         | 0,0373 |
| Kadaweryna | 0,15           | 0,209  |
| Spermidyna | n.w.           | n.w.   |
| Agmantyna  | n.w.           | n.w.   |
| Spermina   | n.w.           | n.w.   |

n.w.- nie wykryto; PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

## PRODUKACJA II

### Warianty badawcze:

**PR**- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanką

**PB1** - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

### Wyniki

**Tabela 45.** Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej ( $^{\circ}\text{SH}$ ) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) (średnia $\pm$ SD) serów krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji oraz po miesiącu, 2 i 3 miesiącach dojrzewania.

| Próba      | Czas (miesiące) | pH              | $^{\circ}\text{SH}$ | ORP               |
|------------|-----------------|-----------------|---------------------|-------------------|
| <b>PR</b>  | 0               | 5,14 $\pm$ 0,00 | 226,50 $\pm$ 6,50   | 470,75 $\pm$ 5,25 |
|            | 1               | 5,02 $\pm$ 0,02 | 90,00 $\pm$ 2,00    | 395,10 $\pm$ 1,70 |
|            | 2               | 5,12 $\pm$ 0,02 | 80,30 $\pm$ 0,30    | 519,75 $\pm$ 1,55 |
|            | 3               | 5,25 $\pm$ 0,00 | 95,00 $\pm$ 3,00    | 444,85 $\pm$ 1,05 |
| <b>PB1</b> | 0               | 5,11 $\pm$ 0,00 | 228,00 $\pm$ 12,00  | 359,15 $\pm$ 4,05 |
|            | 1               | 4,99 $\pm$ 0,01 | 87,00 $\pm$ 3,00    | 414,75 $\pm$ 1,55 |
|            | 2               | 4,90 $\pm$ 0,01 | 91,00 $\pm$ 1,00    | 514,95 $\pm$ 0,15 |
|            | 3               | 5,04 $\pm$ 0,02 | 127,00 $\pm$ 3,00   | 504,00 $\pm$ 3,30 |

PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanką, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

**Tabela 46.** Podstawowy skład serów krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji.

| Parametr [%]   | <b>PR</b>        | <b>PB1</b>       |
|----------------|------------------|------------------|
| <b>Woda</b>    | 42,80 $\pm$ 0,00 | 46,70 $\pm$ 0,30 |
| <b>Białko</b>  | 20,00 $\pm$ 0,05 | 18,70 $\pm$ 0,10 |
| <b>Tłuszcz</b> | 29,90 $\pm$ 0,25 | 27,70 $\pm$ 0,10 |
| <b>NaCl</b>    | 1,40 $\pm$ 0,00  | 1,20 $\pm$ 0,05  |
| <b>Fosfor</b>  | 0,96 $\pm$ 0,00  | 0,91 $\pm$ 0,05  |

PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanką, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

**Tabela 47.** Parametry barwy serów krowich kwasowo-podpuszczkowych (n=15).

| Próba      | Czas dojrzewania (miesiące) | <b>L</b>         | <b>a</b>        | <b>b</b>         |
|------------|-----------------------------|------------------|-----------------|------------------|
| <b>PR</b>  | 0                           | 85,16 $\pm$ 0,95 | 1,39 $\pm$ 0,21 | 15,13 $\pm$ 0,45 |
|            | 1                           | 84,13 $\pm$ 1,75 | 1,36 $\pm$ 0,16 | 16,41 $\pm$ 0,96 |
|            | 2                           | 86,31 $\pm$ 1,80 | 2,03 $\pm$ 0,49 | 16,71 $\pm$ 0,90 |
|            | 3                           | 82,83 $\pm$ 2,06 | 1,44 $\pm$ 0,25 | 17,45 $\pm$ 0,60 |
| <b>PB1</b> | 0                           | 85,12 $\pm$ 0,47 | 1,42 $\pm$ 0,10 | 14,28 $\pm$ 0,62 |
|            | 1                           | 85,27 $\pm$ 1,28 | 1,48 $\pm$ 0,22 | 15,12 $\pm$ 0,63 |

|  |   |            |           |            |
|--|---|------------|-----------|------------|
|  | 2 | 87,97±0,82 | 2,30±0,22 | 16,57±0,79 |
|  | 3 | 85,92±1,35 | 1,66±0,10 | 15,20±0,76 |

PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

**Tabela 48.** Skład kwasów tłuszczowych (średnia±niepewność) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

| Kwas tłuszczowy | Po produkcji |            |
|-----------------|--------------|------------|
|                 | PR           | PB1        |
| C4:0            | 2,35±0,05    | 2,3±0,00   |
| C6:0            | 1,7±0,00     | 1,7±0,00   |
| C8:0            | 1,1±0,00     | 1,1±0,00   |
| C10:0           | 2,5±0,00     | 2,7±0,00   |
| C10:1           | 0,2±0,00     | 0,2±0,00   |
| C12:0           | 3,1±0,00     | 3,3±0,00   |
| C12:1           | 0,1±0,00     | 0,1±0,00   |
| C13:0           | 0,1±0,00     | 0,1±0,00   |
| C14:0           | 10,5±0,00    | 10,95±0,05 |
| C14:1           | 1,1±0,00     | 1,1±0,00   |
| C15:0 br        | 0,5±0,00     | 0,5±0,00   |
| C15:0           | 1,05±0,05    | 1,0±0,00   |
| C15:1           | 0,3±0,00     | 0,3±0,00   |
| C16:0           | 31,9±0,00    | 32,9±0,00  |
| C16:1           | 1,7±0,00     | 1,7±0,00   |
| C17:0 br        | 0,8±0,00     | 0,7±0,00   |
| C17:0           | 0,6±0,00     | 0,6±0,00   |
| C17:1           | 0,25±0,05    | 0,2±0,00   |
| C18:0           | 11,65±0,05   | 10,9±0,00  |
| C18:1trans      | 1,7±0,00     | 1,7±0,00   |
| C18:1cis9       | 21,4±0,00    | 20,5±0,00  |
| C18:1cis11      | 0,8±0,00     | 0,8±0,00   |
| C18:1 c inne    | 1,2±0,00     | 1,2±0,00   |
| C18:2           | 2,0±0,00     | 1,9±0,00   |
| C18:3n3         | 0,3±0,00     | 0,3±0,00   |
| C18:2c9t11      | 0,5±0,00     | 0,5±0,00   |
| C20:0           | 0,1±0,00     | 0,1±0,00   |
| C20:1           | 0,2±0,00     | 0,2±0,00   |

|                           |            |            |
|---------------------------|------------|------------|
| C20:3n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:4n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C22:5n3                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| <b>Σ nasycone</b>         | 67,95±0,05 | 68,85±0,05 |
| <b>Σ jednonienasycone</b> | 27,25±0,05 | 26,3±0,00  |
| <b>Σ wielonienasycone</b> | 3,1±0,00   | 3,0±0,00   |
| trans                     | 1,7±0,00   | 1,7±0,00   |
| omega 3                   | 0,4±0,00   | 0,4±0,00   |
| omega 6                   | 2,2±0,00   | 2,1±0,00   |
| omega 9                   | 21,5±0,00  | 20,6±0,00  |
| <b>Cholesterol</b>        | 93,3±0,00  | 93,85±1,25 |

n.w.- nie wykryto, PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

**Tabela 49.** Skład kwasów tłuszczowych (średnia±niepewność) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po miesiącu dojrzewania (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

| <b>Kwas tłuszczowy</b> | <b>Po miesiącu dojrzewania</b> |            |
|------------------------|--------------------------------|------------|
|                        | <b>PR</b>                      | <b>PB1</b> |
| C4:0                   | 2,45±0,05                      | 2,45±0,05  |
| C6:0                   | 1,7±0,00                       | 1,75±0,00  |
| C8:0                   | 1,0±0,00                       | 1,1±0,00   |
| C10:0                  | 2,4±0,00                       | 2,5±0,00   |
| C10:1                  | 0,1±0,00                       | 0,2±0,00   |
| C12:0                  | 2,85±0,05                      | 3,10±0,00  |
| C12:1                  | 0,1±0,00                       | 0,1±0,00   |
| C13:0                  | 0,1±0,00                       | 0,1±0,00   |
| C14:0                  | 10,45±0,05                     | 10,8±0,00  |
| C14:1                  | 1,0±0,00                       | 1,1±0,00   |
| C15:0 br               | 0,4±0,00                       | 0,4±0,00   |
| C15:0                  | 0,95±0,05                      | 0,90±0,00  |
| C15:1                  | 0,35±0,05                      | 0,20±0,00  |
| C16:0                  | 33,0±0,10                      | 33,35±0,25 |
| C16:1                  | 1,6±0,00                       | 1,6±0,00   |
| C17:0 br               | 0,8±0,00                       | 0,8±0,00   |
| C17:0                  | 0,5±0,00                       | 0,5±0,00   |
| C17:1                  | 0,2±0,00                       | 0,2±0,00   |

|                           |            |            |
|---------------------------|------------|------------|
| C18:0                     | 11,7±0,10  | 10,95±0,05 |
| C18:1trans                | 1,45±0,05  | 1,6±0,10   |
| C18:1cis9                 | 21,45±0,05 | 20,55±0,05 |
| C18:1cis11                | 1,15±0,05  | 1,20±0,00  |
| C18:1 c inne              | 1,2±0,10   | 1,4±0,10   |
| C18:2                     | 1,85±0,05  | 1,9±0,00   |
| C18:3n3                   | 0,2±0,00   | 0,2±0,00   |
| C18:2c9t11                | 0,4±0,00   | 0,4±0,00   |
| C20:0                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:1                     | 0,2±0,00   | 0,2±0,00   |
| C20:3n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:4n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C22:5n3                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| <b>Σ nasycone</b>         | 68,4±0,20  | 68,8±0,30  |
| <b>Σ jednonienasycone</b> | 27,35±0,05 | 26,75±0,15 |
| <b>Σ wielonienasycone</b> | 2,75±0,05  | 2,8±0,00   |
| trans                     | 1,45±0,05  | 1,6±0,10   |
| omega 3                   | 0,3±0,00   | 0,3±0,00   |
| omega 6                   | 2,05±0,05  | 2,10±0,00  |
| omega 9                   | 21,55±0,05 | 20,65±0,05 |
| <b>Cholesterol</b>        | 91,75±0,95 | 82,55±3,25 |

n.w.- nie wykryto, PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

**Tabela 50.** Skład kwasów tłuszczowych (średnia±niepewność) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po dwóch miesiącach dojrzewania (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

| <b>Kwas tłuszczowy</b> | <b>Po dwóch miesiącach dojrzewania</b> |            |
|------------------------|----------------------------------------|------------|
|                        | <b>PR</b>                              | <b>PB1</b> |
| C4:0                   | 2,6±0,00                               | 2,6±0,00   |
| C6:0                   | 1,7±0,00                               | 1,8±0,00   |
| C8:0                   | 1,0±0,00                               | 1,05±0,05  |
| C10:0                  | 2,3±0,00                               | 2,5±0,00   |
| C10:1                  | 0,2±0,00                               | 0,3±0,00   |
| C12:0                  | 2,7±0,00                               | 3,0±0,00   |
| C12:1                  | 0,1±0,00                               | 0,1±0,00   |
| C13:0                  | 0,1±0,00                               | 0,1±0,00   |



|                           |            |            |
|---------------------------|------------|------------|
| C14:0                     | 10,45±0,05 | 10,80±0,00 |
| C14:1                     | 1,0±0,05   | 1,1±0,00   |
| C15:0 br                  | 0,4±0,00   | 0,45±0,05  |
| C15:0                     | 0,9±0,00   | 0,9±0,00   |
| C15:1                     | 0,3±0,00   | 0,3±0,00   |
| C16:0                     | 32,85±0,05 | 33,45±0,15 |
| C16:1                     | 1,55±0,05  | 1,60±0,00  |
| C17:0 br                  | 0,8±0,00   | 0,8±0,00   |
| C17:0                     | 0,5±0,00   | 0,5±0,00   |
| C17:1                     | 0,2±0,00   | 0,2±0,00   |
| C18:0                     | 11,9±0,00  | 11,10±0,10 |
| C18:1trans                | 1,7±0,00   | 1,65±0,05  |
| C18:1cis9                 | 21,8±0,00  | 20,85±0,05 |
| C18:1cis11                | 0,75±0,05  | 0,75±0,05  |
| C18:1 c inne              | 0,9±0,00   | 0,9±0,00   |
| C18:2                     | 1,85±0,05  | 1,85±0,05  |
| C18:3n3                   | 0,2±0,00   | 0,2±0,00   |
| C18:2c9t11                | 0,45±0,05  | 0,40±0,00  |
| C20:0                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:1                     | 0,2±0,00   | 0,2±0,00   |
| C20:3n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:4n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C22:5n3                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| <b>Σ nasycone</b>         | 22,1±0,10  | 23,0±0,10  |
| <b>Σ jednonienasycone</b> | 52,35±0,05 | 52,5±0,20  |
| <b>Σ wielonienasycone</b> | 0,95±0,05  | 0,9±0,00   |
| trans                     | 21,8±0,00  | 20,85±0,05 |
| omega 3                   | 0,45±0,05  | 0,40±0,00  |
| omega 6                   | 0,4±0,00   | 0,40±0,00  |
| omega 9                   | 0,8±0,00   | 0,8±0,00   |
| <b>Cholesterol</b>        | 90,4±1,50  | 76,10±1,50 |

n.w.- nie wykryto, PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanką, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

**Tabela 51.** Zawartość aminokwasów fizjologicznych w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji [mg/g].

| <b>Aminokwasy</b> | <b>PR</b> | <b>PB1</b> |
|-------------------|-----------|------------|
| PheSer            | 0,0255    | 0,0123     |
| Tau               | n.w.      | n.w.       |
| Feta              | n.w.      | n.w.       |
| Urea              | n.w.      | n.w.       |
| KwAsp             | 0,0416    | 0,0072     |
| Hyp               | n.w.      | n.w.       |
| Thr               | 0,0278    | n.w.       |
| Ser               | 0,0374    | n.w.       |
| KwGlu             | 0,0842    | 0,0139     |
| KwAdip            | n.w.      | n.w.       |
| Pro               | n.w.      | n.w.       |
| Gly               | 0,0133    | 0,0089     |
| Ala               | 0,0283    | 0,0051     |
| Citr              | n.w.      | n.w.       |
| Aba               | n.w.      | n.w.       |
| Val               | 0,0703    | 0,0210     |
| Cys               | n.w.      | n.w.       |
| Met               | 0,0414    | 0,0095     |
| Cysta             | n.w.      | n.w.       |
| Ile               | 0,026     | 0,0136     |
| Leu               | 0,142     | 0,0636     |
| Tyr               | 0,102     | 0,0507     |
| Phe               | 0,189     | 0,109      |
| Bala              | n.w.      | n.w.       |
| Baima             | n.w.      | n.w.       |
| Gama              | 0,129     | 0,0561     |
| EtA               | n.w.      | n.w.       |
| Orn               | 0,112     | 0,0399     |

|       |        |        |
|-------|--------|--------|
| Lys   | 0,141  | 0,0187 |
| His   | 0,0237 | n.w.   |
| 1mHis | n.w.   | n.w.   |
| 3mHis | n.w.   | n.w.   |
| Arg   | n.w.   | n.w.   |

n.w.- nie wykryto; PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

**Tabela 52.** Zawartość aminokwasów fizjologicznych w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po miesiącu dojrzewania [mg/g].

| <b>Aminokwasy</b> | <b>PR</b> | <b>PB1</b> |
|-------------------|-----------|------------|
| PheSer            | 0,0442    | 0,0171     |
| Tau               | n.w.      | n.w.       |
| Feta              | n.w.      | n.w.       |
| Urea              | n.w.      | n.w.       |
| KwAsp             | 0,0881    | 0,0159     |
| Hyp               | n.w.      | n.w.       |
| Thr               | 0,0587    | 0,0032     |
| Ser               | 0,0862    | 0,0077     |
| KwGlu             | 0,182     | 0,0284     |
| KwAdip            | n.w.      | n.w.       |
| Pro               | n.w.      | n.w.       |
| Gly               | 0,0264    | 0,0069     |
| Ala               | 0,0581    | 0,0161     |
| Citr              | 0,0239    | 0,0144     |
| Aba               | n.w.      | n.w.       |
| Val               | 0,161     | 0,0437     |
| Cys               | n.w.      | n.w.       |
| Met               | 0,105     | 0,0307     |
| Cysta             | n.w.      | n.w.       |
| Ile               | 0,0617    | 0,0155     |
| Leu               | 0,32      | 0,154      |

|       |        |        |
|-------|--------|--------|
| Tyr   | 0,112  | 0,0474 |
| Phe   | 0,395  | 0,192  |
| Bala  | n.w.   | n.w.   |
| Baima | n.w.   | n.w.   |
| Gama  | 0,355  | 0,132  |
| EtA   | n.w.   | n.w.   |
| Orn   | 0,253  | 0,106  |
| Lys   | 0,218  | 0,0529 |
| His   | 0,0214 | 0,0065 |
| 1mHis | n.w.   | n.w.   |
| 3mHis | n.w.   | n.w.   |
| Arg   | 0,0292 | 0,0166 |

n.w.- nie wykryto; PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

**Tabela 53.** Zawartość amin biogennych w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji [mg/g].

| Parametr   | Próba badawcza |        |
|------------|----------------|--------|
|            | PR             | PB1    |
| Histamina  | n.w.           | n.w.   |
| Tyramina   | n.w.           | n.w.   |
| Putrescyna | 0,0149         | 0,0285 |
| Kadaweryna | 0,137          | 0,184  |
| Spermidyna | n.w.           | n.w.   |
| Agmantyna  | n.w.           | n.w.   |
| Spermina   | n.w.           | n.w.   |

n.w.- nie wykryto; PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

**Tabela 54.** Zawartość amin biogennych w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po miesiącu dojrzewania [mg/g].

| Parametr  | Próba badawcza |        |
|-----------|----------------|--------|
|           | PR             | PB1    |
| Histamina | 0,0214         | 0,0323 |

|            |        |        |
|------------|--------|--------|
| Tyramina   | n.w.   | n.w.   |
| Putrescyna | 0,0162 | 0,0309 |
| Kadaweryna | 0,147  | 0,195  |
| Spermidyna | n.w.   | n.w.   |
| Agmantyna  | n.w.   | n.w.   |
| Spermina   | n.w.   | n.w.   |

n.w.- nie wykryto; PR- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, PB1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

## Ocena mikrobiologiczna

W tabeli 55 umieszczono wyniki oceny jakości mikrobiologicznej serów kwasowo-podpuszczkowych, które otrzymano w wyniku koagulacji kwasowo-podpuszczkowej z użyciem szczepu badawczego *L. plantarum* B1 (B1) oraz sera kontrolnego (R). Sery przechowywano w warunkach chłodniczych przez 3 miesiące. Liczba bakterii fermentacji mlekowej była na wysokim poziomie. W próbach B1 stwierdzono większą liczbę o ok. 2 rzędy logarytmiczne w porównaniu do prób R. Bezpośrednio po wytworzeniu wartość innych parametrów jakości mikrobiologicznej serów otrzymanych z użyciem szczepu B1 była na granicy akceptowalności. Poziom *Enterobacteriaceae* był wysoki tj. ok.  $10^6$ jtk/g i utrzymywał się na stałym poziomie w ciągu przechowywania chłodniczego. Liczba drożdży i pleśni była w granicach  $10^4 - 10^5$ jtk/g. W czasie pierwszego miesiąca przechowywania liczba *S. aureus* zwiększyła się z ok.  $10^4$ jtk/g do ok.  $10^6$ jtk/g. W kolejnych miesiącach przechowywania chłodniczego liczba tego gatunku bakterii zmniejszyła się i po 3 miesiącach była poniżej progu wykrywalności. Nie stwierdzono obecności bakterii patogennych (*L. monocytogenes* i *Salmonella*). Podobną jakość i tendencje zmiany liczby mikroorganizmów zaobserwowano w przypadku prób kontrolnych (R).

**Tabela 55.** Obecność i średnia liczba wybranych mikroorganizmów w serach kwasowo-podpuszczkowych po produkcji w ODR Radom i po 1, 2 i 3 miesiącach przechowywania

| Próba | Czas przechowywania [miesiąc] | Liczba komórek bakterii [jtk/g] |                    |                    |                    | Obecność* |      |
|-------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------|------|
|       |                               | LAB                             | ENT                | Y&M                | STA                | SALM      | LIST |
| B1    | 0                             | $1,71 \times 10^8$              | $7,35 \times 10^6$ | $2,50 \times 10^4$ | $1,60 \times 10^4$ | nb        | nb   |
|       | 1                             | $1,17 \times 10^9$              | $4,87 \times 10^7$ | $1,25 \times 10^4$ | $1,10 \times 10^6$ | nb        | nb   |
|       | 2                             | $1,23 \times 10^9$              | $4,85 \times 10^7$ | $4,55 \times 10^5$ | $3,60 \times 10^3$ | nb        | nb   |
|       | 3                             | $1,22 \times 10^9$              | $1,67 \times 10^6$ | $5,83 \times 10^5$ | <100               | nb        | nb   |
| R     | 0                             | $5,65 \times 10^7$              | $2,75 \times 10^6$ | $1,25 \times 10^4$ | $2,75 \times 10^4$ | nb        | nb   |
|       | 1                             | $4,00 \times 10^7$              | $9,58 \times 10^6$ | $1,35 \times 10^4$ | $6,60 \times 10^5$ | nb        | nb   |

|  |   |                      |                      |                      |                      |    |    |
|--|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----|----|
|  | 2 | 4,10x10 <sup>7</sup> | 3,85x10 <sup>6</sup> | 2,60x10 <sup>5</sup> | 1,44x10 <sup>3</sup> | nb | nb |
|  | 3 | 2,33x10 <sup>7</sup> | 2,27x10 <sup>6</sup> | 4,48x10 <sup>4</sup> | <100                 | nb | nb |

Objaśnienia: LAB – ogólna liczba bakterii fermentacji mlekowej; ENT – liczba bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*; Y&M – ogólna liczba drożdży i pleśni; STA – liczba bakterii *Staphylococcus aureus*; SALM – obecność bakterii *Salmonella* sp.; LIST – obecność bakterii *Listeria monocytogenes*.  
nb – nieobecne; \* - obecność bakterii 25g produktu; n=3.

W tabeli 56 przedstawiono zmiany aktywności wody w próbach serów kwasowo-podpuszczkowych bezpośrednio po produkcji oraz w czasie przechowywania. Aktywność wody jest czynnikiem wpływającym na przebieg procesów biologicznych, a szczególnie na wzrost i rozwój drobnoustrojów.

Aktywność wody w serach kwasowo-podpuszczkowych wyprodukowanych w ODR Radom, bezpośrednio po produkcji wynosiła w próbie B1 średnio 0,995 natomiast w próbie R nieznacznie mniej tj. 0,975 (Tabela 56). Wartość aktywności wody po 3 miesiącach przechowywania serów zmniejszyła się do 0,960 i 0,947 odpowiednio w próbie B1 i R. Jest to wysoki poziom aktywności wody, charakterystyczny dla tego rodzaju wyrobu, ale nie gwarantujący trwałości mikrobiologicznej produktu i wymaga dodatkowego zabezpieczenia produktu przed ich działaniem. Czynnikiem konserwującym w tych produktach są bakterie kwasu mlekowego, stwierdzone w wysokiej liczbie.

**Tabela 56.** Średnia wartość aktywności wody ( $a_w$ ) w serach kwasowo-podpuszczkowych po produkcji i po 1, 2 i 3 miesiącach przechowywania, n=3

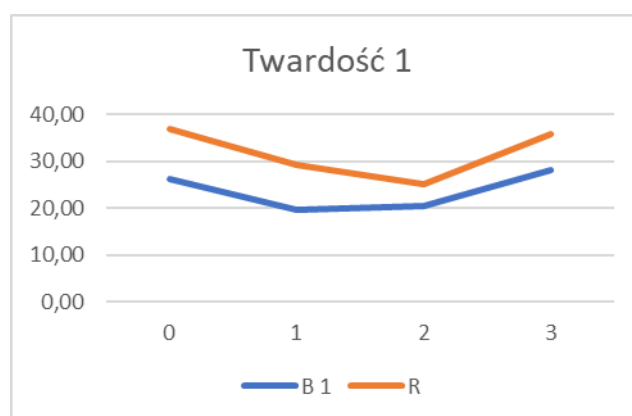
| Rodzaj produktu                     | Próba | Czas przechowywania [miesiąc] | $a_w$       |
|-------------------------------------|-------|-------------------------------|-------------|
| Ser B1 kwasowo-podpuszczkowy        | B1    | 0                             | 0,995±0,007 |
|                                     |       | 1                             | 0,975±0,004 |
|                                     |       | 2                             | 0,960±0,000 |
|                                     |       | 3                             | 0,960±0,000 |
| Ser kontrolny kwasowo-podpuszczkowy | R     | 0                             | 0,995±0,007 |
|                                     |       | 1                             | 0,976±0,002 |
|                                     |       | 2                             | 0,952±0,005 |
|                                     |       | 3                             | 0,947±0,005 |

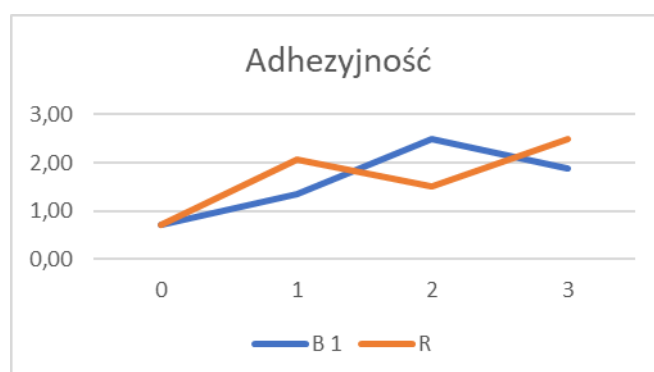
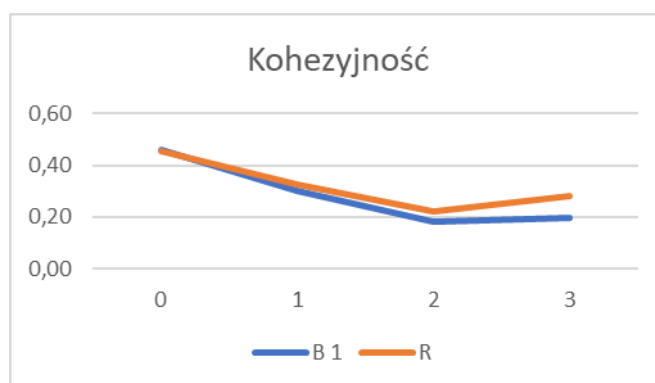
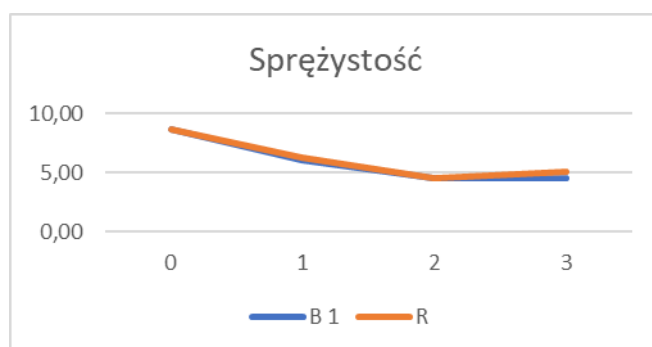
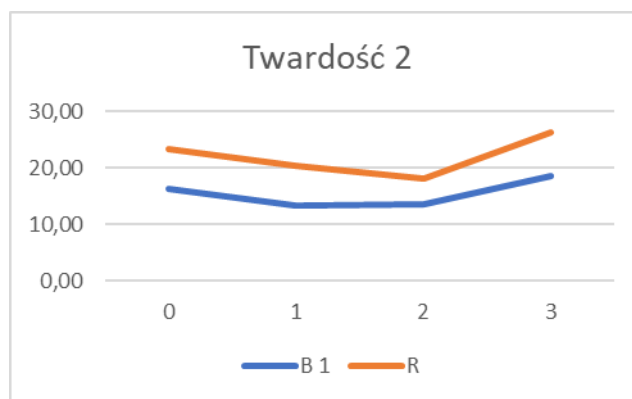
### Tekstura

W tabeli 57 oraz na rysunku 19 umieszczono wyniki analizy tekstury serów kwasowo-podpuszczkowych, otrzymanych w wyniku koagulacji kwasowo-podpuszczkowej z wykorzystaniem szczepu badawczego *L. brevis* B1 (B1) oraz sera kontrolnego (R). Sery przechowywano w warunkach chłodniczych przez 3 miesiące.

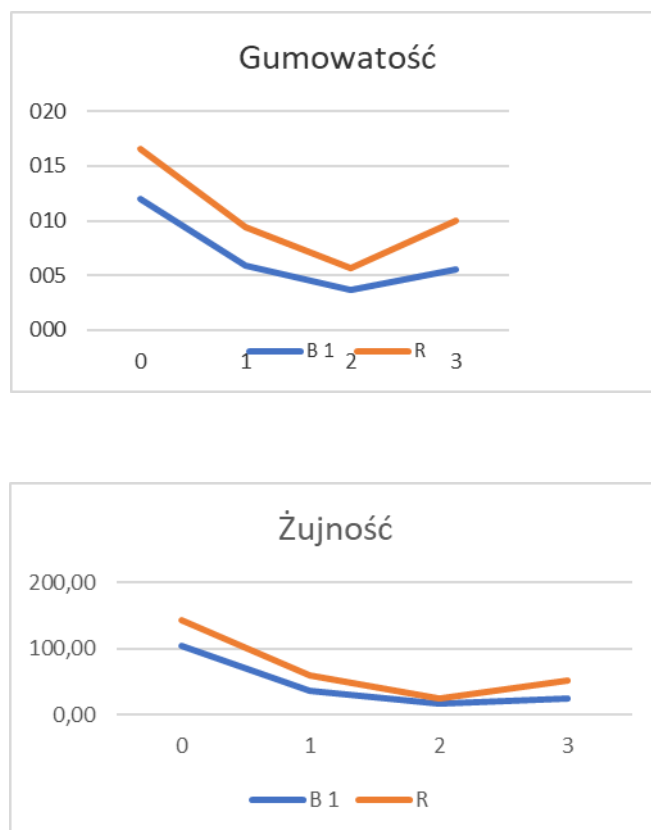
**Tabela 57.** Parametry tekstury serów kwasowo-podpuszczkowych po produkcji i po 1, 2 i 3 miesiącach przechowywania.

| Twardość 1 [N]   |        |       |       |       |
|------------------|--------|-------|-------|-------|
|                  | 0      | 1     | 2     | 3     |
| B1               | 26,13  | 19,67 | 20,58 | 28,17 |
| R                | 37,05  | 29,29 | 25,16 | 35,72 |
| Adhezyjność [mj] |        |       |       |       |
|                  | 0      | 1     | 2     | 3     |
| B1               | 0,73   | 1,36  | 2,50  | 1,87  |
| R                | 0,71   | 2,07  | 1,50  | 2,48  |
| Twardość 2 [N]   |        |       |       |       |
|                  | 0      | 1     | 2     | 3     |
| B1               | 16,25  | 13,35 | 13,59 | 18,64 |
| R                | 23,25  | 20,45 | 18,07 | 26,27 |
| Kohezyjność      |        |       |       |       |
|                  | 0      | 1     | 2     | 3     |
| B1               | 0,46   | 0,30  | 0,18  | 0,20  |
| R                | 0,45   | 0,33  | 0,22  | 0,28  |
| Sprężystość [mm] |        |       |       |       |
|                  | 0      | 1     | 2     | 3     |
| B1               | 8,71   | 6,06  | 4,54  | 4,51  |
| R                | 8,68   | 6,24  | 4,48  | 5,06  |
| Gumowatość [N]   |        |       |       |       |
|                  | 0      | 1     | 2     | 3     |
| B1               | 12,02  | 5,86  | 3,67  | 5,60  |
| R                | 16,63  | 9,47  | 5,63  | 10,01 |
| Żujność [mj]     |        |       |       |       |
|                  | 0      | 1     | 2     | 3     |
| B1               | 104,60 | 37,20 | 17,00 | 25,13 |
| R                | 143,38 | 59,46 | 25,32 | 51,90 |







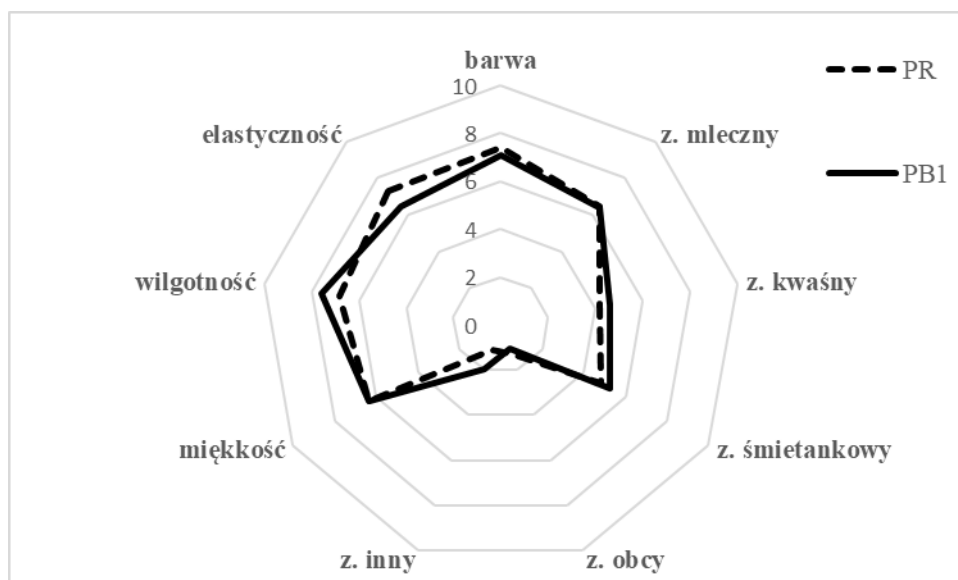


**Rys. 19.** Parametry tekstury serów kwasowo-podpuszczkowych kontrolnego (R) oraz z dodatkiem szczepu *L. brevis* B1 (B1) po produkcji oraz podczas 3 miesięcy przechowywania

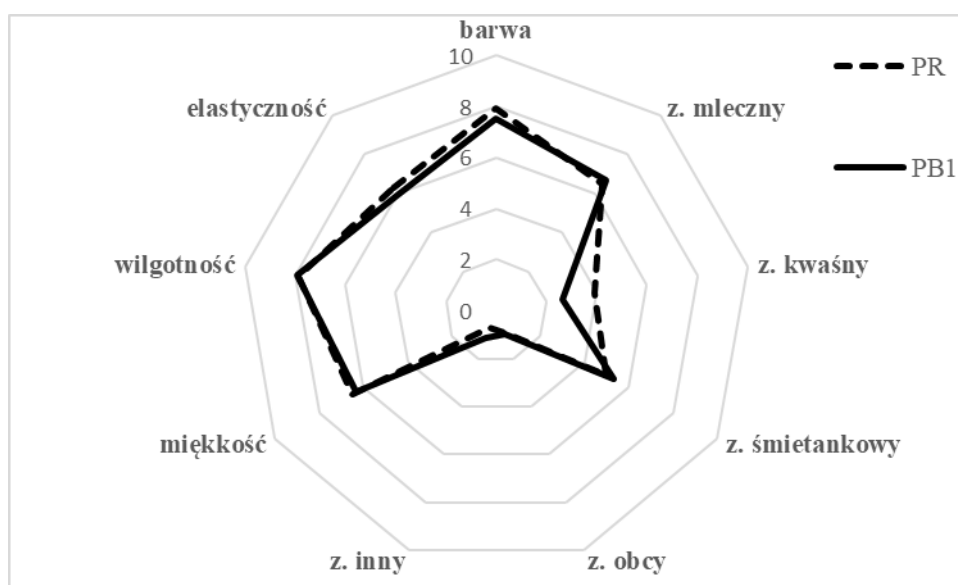
Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że ser kontrolny (R) charakteryzował się wyższą wartością parametrów twardości 1 i 2, gumowatości i żujności w porównaniu do sera B1 podczas całego okresu przechowywania. Podczas przechowywania produktów wartość adhezyjności wzrastała, natomiast wartości pozostałych parametrów tekstury produktów przechowywanych 2 miesiące malały, a następnie w 3 miesiącu przechowywania nieznacznie wzrastały.

## Ocena jakości sensorycznej

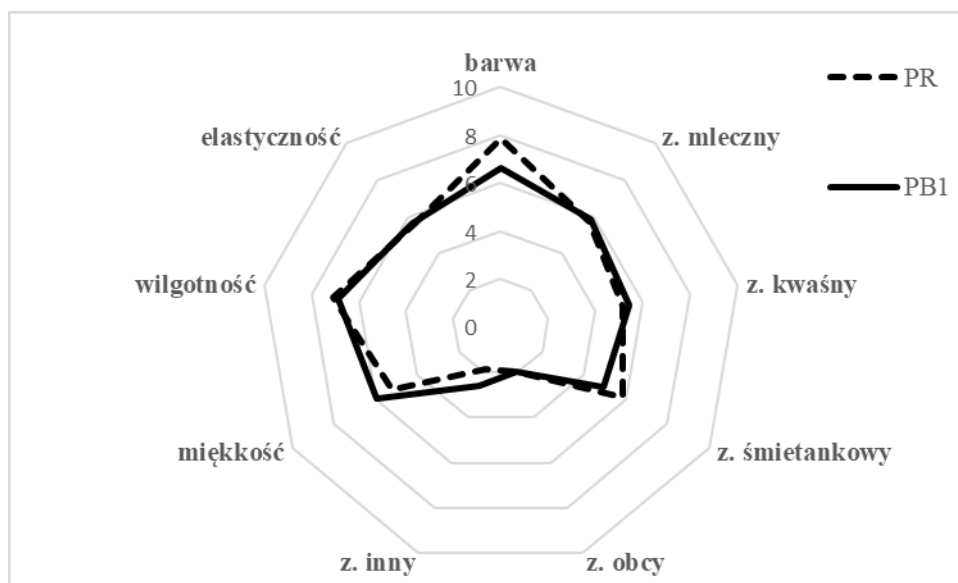
Oceny sensoryczne przeprowadzono za pomocą metody Ilościowej Analizy Opisowej – QDA. Badania wykonywano zgodnie z wymaganiami normy ISO 13299:2016 przez przeszkolony zespół oceniających. Badane wyróżniki sensoryczne wybrano w dyskusji panelowej i dotyczyły one zapachu, barwy i tekstury. Analizę badanych produktów przeprowadzono po ich produkcji oraz po dojrzewaniu/przechowywaniu w chłodniczym w warunkach beztlenowych.



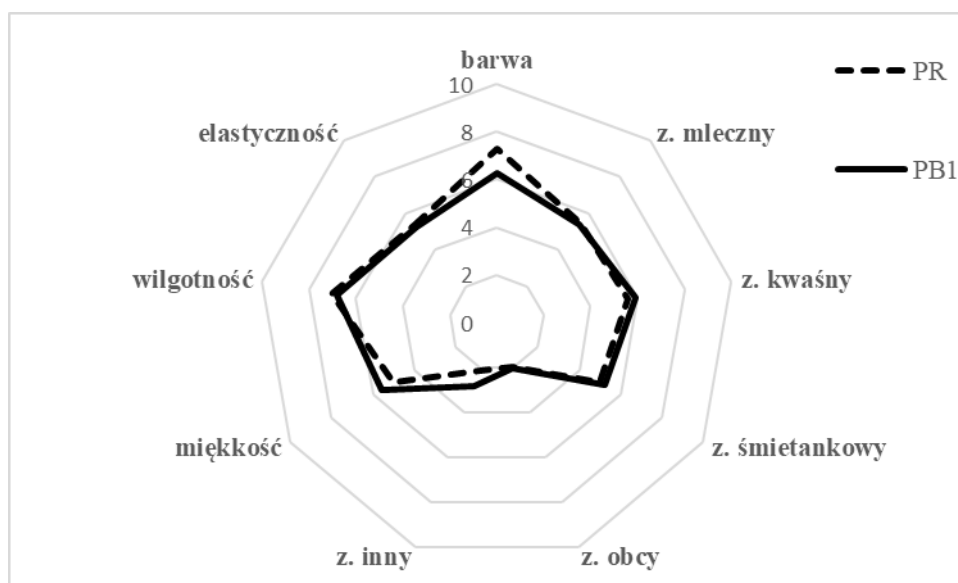
**Rys. 20.** Wyniki oceny sensorycznej serów kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (n=16), z. – zapach



**Rys. 21.** Wyniki oceny sensorycznej serów kwasowo-podpuszczkowych po miesiącu dojrzewania (n=16), z. – zapach



**Rys. 22.** Wyniki oceny sensorycznej serów kwasowo-podpuszczkowych po 2 miesiącach dojrzewania (n=16), z. – zapach



**Rys. 23.** Wyniki oceny sensorycznej serów kwasowo-podpuszczkowych po 3 miesiącach dojrzewania (n=16), z. – zapach

Analiza rysunku 20, 21, 22 i 23 wskazuje, że w czasie przechowywania zaobserwowano nieistotne wahania w percepcji barwy serów (6,25-7,55 j.u) w czasie całego okresu 3 miesięcy przechowywania serów kwasowo- podpuszczkowych. Zaobserwowano w przypadku obydwu rodzajów sera obniżenie intensywności noty zapachu mlecznego w czasie 3 miesięcy z wartości od ok. 6,4 j.u. do wartości 5,39 j.u. (w przypadku próbki B1) oraz - 5,47 j.u (próbka R). oraz podwyższenie noty zapachu kwaśnego o około 1 jednostkę. Na uwagę zasługuje wzrost intensywności not zapachu obcego i innego (kojarzonego

z notami jełkimi), co świadczy zachodzących zmianach w dojrzewaniu serów i pojawianiem się intensywniejszych wrażeń zapachowych w zakresie obserwowanych cech. W trakcie 3-miesięcznego przechowywania obserwowano ponadto nieznaczne obniżenie wrażenia miękkości serów, obniżenie ich wilgotności a także ich elastyczności (rys. 20, 21, 22, 23).

## **D. Rodzinne Gospodarstwo Ekologiczne „FIGA” s.c. Waldemar i Tomasz Maziejuk**

### **PRODUKCJA SERÓW KWASOWO-PODPUSZCZKOWYCH**

#### Informacje ogólne

- W zależności od pory dnia (rano, popołudnie) lub dnia tygodnia – mleko jest zbiorcze lub z określonych udojów.
- Po ocenie organoleptycznej mleka następuje jego podgrzanie w garnkach (ok 37 l) na ogniu, wg starych receptur.

#### Sposób produkcji:

##### I. Sery bez serwatki

Zanim rozpocznie się podgrzewanie, do mleka dodaje się zakwas (szczep B1, Os2) w ilości około 2%. Roztwór taki odczeka kilka godzin w temperaturze pokojowej. Mleko w garnkach podgrzewa się do temperatury 40°C. Następnie dodaje się podpuszczkę mikrobiologiczną (do połowy kubeczka ciepłej wody dodajemy podpuszczkę w ilości 1/8 łyżeczki) i miesza się dokładnie. Po czasie (około 20-40 minut) – tworzy się skrzep (kłac). Następuje jego rozmieszanie (ferulą lub ręką). Po około 5 minutach na powierzchnię wlewa się niewielką ilość wrzątku co powoduje opadnięcie skrzepu. Po krótkim czasie do przygotowanych uprzednio form (wykonane ze stali nierdzewnej wg własnego projektu) wyłożonych chustami serowarskimi układa się odpowiednią ilość skrzepu. Po jego wstępnym ułożeniu i uprasowaniu zakłada się na formy dekle i zabezpiecza się je. Dodatkowo cała zamknięta forma jest polewana wrzątkiem dla „zamknięcia sera”. Prasowanie trwa około 4-6 h. Następnie sery są solankowane (w roztworze nasyconym soli kamiennej) przez około 6-8 h.

##### II. Sery z serwatką

Zanim rozpocznie się podgrzewanie, do mleka dodaje się serwatkę kwaśną w proporcji około 8%. Roztwór taki odczeka kilka godzin w temperaturze pokojowej. Następnie rozpoczyna się procedowanie zgodnie z pkt. I.



**Rys. 24.** Dojrzewanie i przechowywanie serów

Wyprodukowane sery kozie kwasowo-podpuszczkowe poddane zostały ocenie sensorycznej w skali 5 punktowej. Określono barwę zew., związanie, soczystość, twardość, zapach i ogólną ocenę serów. Oceny dokonywała 7-osobowa grupa degustatorów przeszkolona w wykonywaniu analiz sensorycznych serów kwasowo-podpuszczkowych.

Ocena organoleptyczna przeprowadzić w skali 5 punktowej wg poniższego wzoru:

Barwa zew.

1 zbyt jasna- 3 pożądana- 5 zbyt ciemna

Związanie

1 zbyt słabe- 3 poządane- 5 zbyt mocne

Soczystość

1 zbyt mokra- 3 pożądana-5 zbyt sucha

Twardość

1 zbyt miękka- 3 pożądana- 5 zbyt twarda

Zapach

1 niewyczuwalny- 3 poządany- 5 zbyt intensywny

## Ogólna ocena

1 najmniej pożądana- 3 pożądana- 5 najbardziej pożądana

**Tabela 58.** Ocena sensoryczna serów kozich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji.

| <b>Wyróżnik jakościowy</b> | <b>AW</b> | <b>B1</b> | <b>Os2</b> |
|----------------------------|-----------|-----------|------------|
| <b>Barwa</b>               | 3,0±0,00  | 3,0±0,00  | 3,0±0,00   |
| <b>Związanie</b>           | 3,0±0,00  | 3,0±0,00  | 3,0±0,00   |
| <b>Soczystość</b>          | 3,1±0,35  | 2,86±0,35 | 3,0±0,00   |
| <b>Twardość</b>            | 3,1±0,35  | 3,0±0,00  | 3,0±0,00   |
| <b>Zapach</b>              | 2,8±0,35  | 2,86±0,35 | 3,1±0,35   |
| <b>Ocena ogólna</b>        | 3,8±0,99  | 3,14±1,13 | 3,7±0,88   |

AW- ser kozii kwasowo-podpuszczkowy z serwatką, B1 - ser kozii kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1, Os2 - ser kozii kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem Os2



a) ser kozii serwatkowy



**b) ser kozi ze szczepem B1**



**c) ser kozi ze szczepem Os2**

**Rys. 25.** Sery kozie kwasowo-podpuszczkowe: a) ser kozi serwatkowy, b) ser kozi ze szczepem B1, c) ser kozi ze szczepem Os2.





**a) ser krowie serwatkowy**



**b) ser krowie ze szczepem B1**



**c) ser krowi ze szczepem Os2**

**Rys. 26.** Sery krowie kwasowo-podpuszczkowe: a) ser krowie serwatkowy, b) ser krowie ze szczepem B1, c) ser krowi ze szczepem Os2.

Wyprodukowane sery krowie kwasowo-podpuszczkowe poddane zostały ocenie sensorycznej w skali 5 punktowej. Określono barwę zew., związanie, soczystość, twardość, zapach i ogólną ocenę serów. Oceny dokonywała 8-osobowa grupa degustatorów przeszkolona w wykonywaniu analiz sensorycznych serów kwasowo-podpuszczkowych.

Ocena organoleptyczna przeprowadzić w skali 5 punktowej wg poniższego wzoru:

Barwa zew.

1 zbyt jasna- 3 pożądana- 5 zbyt ciemna

Związanie

1 zbyt słabe- 3 pożądana- 5 zbyt mocne

Soczystość

1 zbyt mokra- 3 pożądana-5 zbyt sucha

Twardość

1 zbyt miękka- 3 pożądana- 5 zbyt twarda

Zapach

1 niewyczuwalny- 3 pożądan- 5 zbyt intensywny

## Ogólna ocena

1 najmniej pożądana- 3 pożądana- 5 najbardziej pożądana

**Tabela 59.** Ocena konsumencka serów krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji.

| <b>Wyróżnik jakościowy</b> | <b>AW</b> | <b>B1</b> | <b>Os2</b> |
|----------------------------|-----------|-----------|------------|
| <b>Barwa</b>               | 2,8±0,33  | 2,8±0,33  | 2,8±0,33   |
| <b>Zwiążanie</b>           | 2,7±0,66  | 3,0±0,00  | 3,0±0,00   |
| <b>Soczystość</b>          | 3,0±0,00  | 3,0±0,00  | 3,0±0,00   |
| <b>Twardość</b>            | 2,7±0,66  | 3,0±0,00  | 3,0±0,00   |
| <b>Zapach</b>              | 2,6±0,69  | 3,2±1,19  | 3,1±1,05   |
| <b>Ocena ogólna</b>        | 3,8±0,92  | 3,3±1,21  | 3,8±0,92   |

AW- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z serwatką, B1 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1, Os2 - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem Os2

## SERY KROWIE KWASOWO-PODPUSZCZKOWE

### PRODUKACJA I

#### Warianty badawcze:

**AW**- ser krowi pasterski z serwatką

**B1** - ser krowi pasterski z wybranym szczepem IBPRS (B1)

**Os2** - ser krowi pasterski z wybranym szczepem IBPRS (Os2)

#### Wyniki

**Tabela 60.** Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej ( $^{\circ}\text{SH}$ ) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) ( $\text{średnia} \pm \text{SD}$ ) serów krowich pasterskich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji.

| Próba | pH              | $^{\circ}\text{SH}$ | ORP                |
|-------|-----------------|---------------------|--------------------|
| AW    | 4,98 $\pm$ 0,01 | 117,00 $\pm$ 1,00   | 313,50 $\pm$ 17,30 |
| B1    | 5,16 $\pm$ 0,00 | 88,00 $\pm$ 2,00    | 305,15 $\pm$ 2,45  |
| Os2   | 5,10 $\pm$ 0,02 | 110,0 $\pm$ 8,00    | 248,65 $\pm$ 5,25  |

AW- ser krowi pasterski z serwatka, B1 - ser krowi pasterski B1, Os2 - ser krowi pasterski Os2

**Tabela 61.** Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej ( $^{\circ}\text{SH}$ ) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) ( $\text{średnia} \pm \text{SD}$ ) serów krowich pasterskich kwasowo-podpuszczkowych po miesiącu dojrzewania.

| Próba | pH              | $^{\circ}\text{SH}$ | ORP                |
|-------|-----------------|---------------------|--------------------|
| AW    | 5,21 $\pm$ 0,01 | 126,00 $\pm$ 7,00   | 456,75 $\pm$ 16,15 |
| B1    | 5,46 $\pm$ 0,04 | 89,50 $\pm$ 0,50    | 465,85 $\pm$ 1,95  |
| Os2   | 5,38 $\pm$ 0,01 | 71,50 $\pm$ 2,50    | 431,75 $\pm$ 0,45  |

AW- ser krowi pasterski z serwatka, B1 - ser krowi pasterski B1, Os2 - ser krowi pasterski Os2

**Tabela 62.** Podstawowy skład serów krowich pasterskich po produkcji.

| Parametr [%] | AW               | B1               | Os2              |
|--------------|------------------|------------------|------------------|
| Woda         | 42,90 $\pm$ 0,00 | 43,75 $\pm$ 0,15 | 45,35 $\pm$ 0,15 |
| Białko       | 26,95 $\pm$ 0,05 | 26,55 $\pm$ 0,85 | 26,55 $\pm$ 0,05 |
| Tłuszcz      | 21,55 $\pm$ 0,15 | 23,55 $\pm$ 0,05 | 21,25 $\pm$ 0,05 |
| NaCl         | 1,30 $\pm$ 0,00  | 1,15 $\pm$ 0,05  | 1,70 $\pm$ 0,00  |
| Fosfor       | 1,23 $\pm$ 0,00  | 1,19 $\pm$ 0,00  | 1,22 $\pm$ 0,02  |

AW- ser krowi pasterski z serwatka, B1 - ser krowi pasterski B1, Os2 - ser krowi pasterski Os2

**Tabela 63.** Parametry barwy serów krowich pasterskich kwasowo-podpuszczkowych (n=15) po produkcji.

| <b>Próba</b> | <b>L</b>   | <b>a</b>   | <b>b</b>   |
|--------------|------------|------------|------------|
| <b>AW</b>    | 74,80±3,79 | -0,45±0,23 | 20,57±0,58 |
| <b>B1</b>    | 78,94±1,97 | 0,18±0,08  | 20,84±0,97 |
| <b>Os2</b>   | 79,58±3,82 | -0,21±0,19 | 19,54±0,59 |

AW- ser krowi pasterski z serwatka, B1 - ser krowi pasterski B1, Os2 - ser krowi pasterski Os2

**Tabela 64.** Parametry barwy serów krowich pasterskich kwasowo-podpuszczkowych (n=15) po miesiącu dojrzewania.

| <b>Próba</b> | <b>L</b>   | <b>a</b>   | <b>b</b>   |
|--------------|------------|------------|------------|
| <b>AW</b>    | 71,38±2,29 | -0,58±0,10 | 20,68±0,76 |
| <b>B1</b>    | 74,06±3,00 | -0,43±0,16 | 20,29±0,48 |
| <b>Os2</b>   | 69,60±1,52 | -0,75±0,10 | 20,15±0,57 |

AW- ser krowi pasterski z serwatka, B1 - ser krowi pasterski B1, Os2 - ser krowi pasterski Os2

**Tabela 65.** Skład kwasów tłuszczowych (średnia±niepewność) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

| <b>Kwas tłuszczowy</b> | <b>Po produkcji</b> |           |            |
|------------------------|---------------------|-----------|------------|
|                        | <b>AW</b>           | <b>B1</b> | <b>Os2</b> |
| C4:0                   | 2,35±0,05           | 2,45±0,05 | 2,3±0,00   |
| C6:0                   | 1,5±0,00            | 1,55±0,05 | 1,45±0,05  |
| C8:0                   | 0,9±0,00            | 0,9±0,00  | 0,85±0,05  |
| C10:0                  | 2,0±0,00            | 2,0±0,00  | 1,95±0,05  |
| C10:1                  | 0,2±0,00            | 0,2±0,00  | 0,2±0,00   |
| C12:0                  | 2,5±0,00            | 2,4±0,00  | 2,35±0,05  |
| C12:1                  | 0,1±0,00            | 0,1±0,00  | 0,1±0,00   |
| C13:0                  | 0,1±0,00            | 0,1±0,00  | 0,1±0,00   |
| C14:0                  | 9,75±0,05           | 9,9±0,00  | 9,75±0,05  |
| C14:1                  | 1,05±0,05           | 1,1±0,00  | 1,05±0,05  |
| C15:0 br               | 0,7±0,00            | 0,7±0,00  | 0,7±0,00   |
| C15:0                  | 1,2±0,00            | 1,2±0,00  | 1,2±0,00   |
| C15:1                  | 0,3±0,00            | 0,3±0,00  | 0,3±0,00   |
| C16:0                  | 24,5±0,00           | 25,1±0,00 | 25,05±0,15 |
| C16:1                  | 1,55±0,05           | 1,5±0,00  | 1,6±0,00   |
| C17:0 br               | 0,9±0,00            | 0,9±0,00  | 0,9±0,00   |
| C17:0                  | 0,6±0,00            | 0,6±0,00  | 0,6±0,00   |
| C17:1                  | 0,2±0,00            | 0,2±0,00  | 0,2±0,00   |
| C18:0                  | 11,45±0,05          | 11,0±0,00 | 11,05±0,05 |

|                           |            |            |            |
|---------------------------|------------|------------|------------|
| C18:1trans                | 7,05±0,05  | 6,75±0,05  | 6,95±0,05  |
| C18:1cis9                 | 20,85±0,15 | 20,85±0,05 | 21,05±0,15 |
| C18:1cis11                | 0,9±0,00   | 0,9±0,00   | 0,8±0,00   |
| C18:1 c inne              | 1,7±0,00   | 1,75±0,05  | 1,65±0,05  |
| C18:2                     | 2,5±0,10   | 2,55±0,05  | 2,6±0,10   |
| C18:3n3                   | 1,4±0,00   | 1,4±0,00   | 1,4±0,00   |
| C18:2c9t11                | 2,6±0,00   | 2,65±0,05  | 2,7±0,00   |
| C20:0                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:1                     | 0,3±0,00   | 0,25±0,05  | 0,3±0,00   |
| C20:2                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:3n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:4n6                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C20:5 EPA                 | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C22:0                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C22:5n3                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| <b>Σ nasycone</b>         | 58,65±0,05 | 59,0±0,10  | 58,45±0,05 |
| <b>Σ jednonienasycone</b> | 27,15±0,25 | 27,15±0,05 | 27,25±0,05 |
| <b>Σ wielonienasycone</b> | 4,4±0,10   | 4,45±0,05  | 4,5±0,10   |
| Trans                     | 7,05±0,05  | 6,75±0,05  | 6,95±0,05  |
| omega 3                   | 1,6±0,00   | 1,6±0,00   | 1,6±0,00   |
| omega 6                   | 2,8±0,10   | 2,85±0,05  | 2,9±0,10   |
| omega 9                   | 20,95±0,15 | 20,95±0,05 | 21,15±0,15 |
| <b>Cholesterol</b>        | 50,3±0,80  | 52,6±1,70  | 46,55±0,25 |

n.w.- nie wykryto, AW- ser krwi pasterski z serwatka, B1 - ser krwi pasterski B1, Os2 - ser krwi pasterski Os2

## PRODUKACJA II

### Warianty badawcze:

**AW-** ser krwi pasterski z serwatką

**B1** - ser krwi pasterski z wybranym szczepem IBPRS (B1)

**Os2** - ser krwi pasterski z wybranym szczepem IBPRS (Os2)

### Wyniki

**Tabela 66.** Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej (°SH) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) (średnia±SD) serów krowich pasterskich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji.

| Próba | pH        | °SH        | ORP         |
|-------|-----------|------------|-------------|
| AW    | 5,07±0,00 | 90,00±8,00 | 362,55±1,35 |
| B1    | 5,11±0,00 | 84,0±4,00  | 294,80±7,80 |
| Os2   | 5,05±0,07 | 117,0±9,00 | 268,95±9,85 |

AW- ser krowi pasterski z serwatka, B1 - ser krowi pasterski B1, Os2 - ser krowi pasterski Os2

**Tabela 67.** Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej (°SH) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) (średnia±SD) serów krowich pasterskich kwasowo-podpuszczkowych po miesiącu dojrzewania.

| Próba | pH        | °SH         | ORP          |
|-------|-----------|-------------|--------------|
| AW    | 5,21±0,01 | 86,50±10,50 | 500,20±13,10 |
| B1    | 5,43±0,00 | 97,50±0,50  | 448,00±1,30  |
| Os2   | 5,37±0,02 | 73,00±3,00  | 425,25±3,55  |

AW- ser krowi pasterski z serwatka, B1 - ser krowi pasterski B1, Os2 - ser krowi pasterski Os2

**Tabela 68.** Podstawowy skład serów krowich pasterskich po produkcji.

| Parametr [%] | AW         | B1         | Os2        |
|--------------|------------|------------|------------|
| Woda         | 43,05±0,05 | 43,75±0,15 | 44,00±0,00 |
| Białko       | 26,90±0,20 | 26,25±0,45 | 27,25±0,05 |
| Tłuszcz      | 21,75±0,35 | 23,00±0,10 | -          |
| NaCl         | 1,35±0,05  | 1,15±0,05  | 1,70±0,00  |
| Fosfor       | 1,23±0,00  | 1,18±0,00  | 1,25±0,05  |

AW- ser krowi pasterski z serwatka, B1 - ser krowi pasterski B1, Os2 - ser krowi pasterski Os2

**Tabela 69.** Parametry barwy serów krowich pasterskich kwasowo-podpuszczkowych (n=15) po produkcji.

| Próba | L          | a          | b          |
|-------|------------|------------|------------|
| AW    | 74,97±3,11 | -0,43±0,26 | 20,99±0,59 |
| B1    | 78,94±1,66 | 0,18±0,04  | 20,54±0,79 |
| Os2   | 77,08±1,76 | -0,40±0,17 | 20,41±0,34 |

AW- ser krowi pasterski z serwatka, B1 - ser krowi pasterski B1, Os2 - ser krowi pasterski Os2

**Tabela 70.** Parametry barwy serów krowich pasterskich kwasowo-podpuszczkowych (n=15) po miesiącu dojrzewania.

| Próba | L          | a          | b          |
|-------|------------|------------|------------|
| AW    | 71,59±2,04 | -0,55±0,11 | 20,35±0,72 |
| B1    | 71,66±1,28 | -0,50±0,08 | 20,63±0,73 |
| Os2   | 70,09±1,28 | -0,82±0,08 | 19,44±1,10 |

AW- ser krowi pasterski z serwatka, B1 - ser krowi pasterski B1, Os2 - ser krowi pasterski Os2

**Tabela 71.** Skład kwasów tłuszczowych (średnia±niepewność) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

| Kwas tłuszczowy | Po produkcji |            |           |
|-----------------|--------------|------------|-----------|
|                 | AW           | B1         | Os2       |
| C4:0            | 2,30±0,00    | 2,45±0,05  | 2,25±0,05 |
| C6:0            | 1,50±0,00    | 1,5±0,00   | 1,45±0,05 |
| C8:0            | 0,90±0,00    | 0,9±0,00   | 0,85±0,05 |
| C10:0           | 2,0±0,00     | 2,0±0,00   | 1,95±0,05 |
| C10:1           | 0,2±0,00     | 0,2±0,00   | 0,2±0,00  |
| C12:0           | 2,4±0,00     | 2,45±0,05  | 2,35±0,05 |
| C12:1           | 0,1±0,00     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00  |
| C13:0           | 0,1±0,00     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00  |
| C14:0           | 9,75±0,05    | 9,9±0,00   | 9,80±0,00 |
| C14:1           | 1,00±0,00    | 1,1±0,00   | 1,1±0,00  |
| C15:0 br        | 0,7±0,00     | 0,7±0,00   | 0,7±0,00  |
| C15:0           | 1,2±0,00     | 1,2±0,00   | 1,2±0,00  |
| C15:1           | 0,3±0,00     | 0,3±0,00   | 0,3±0,00  |
| C16:0           | 24,6±0,00    | 25,15±0,05 | 25,0±0,10 |
| C16:1           | 1,5±0,00     | 1,6±0,00   | 1,6±0,00  |
| C17:0 br        | 0,9±0,00     | 0,9±0,00   | 0,9±0,00  |
| C17:0           | 0,6±0,00     | 0,6±0,00   | 0,6±0,00  |
| C17:1           | 0,2±0,00     | 0,2±0,00   | 0,2±0,00  |
| C18:0           | 11,45±0,05   | 11,0±0,00  | 11,0±0,00 |
| C18:1trans      | 7,1±0,00     | 6,7±0,00   | 6,95±0,05 |
| C18:1cis9       | 20,8±0,00    | 20,8±0,00  | 21,1±0,10 |
| C18:1cis11      | 0,85±0,05    | 0,9±0,00   | 0,8±0,00  |
| C18:1 c inne    | 1,7±0,00     | 1,75±0,05  | 1,65±0,05 |
| C18:2           | 2,6±0,00     | 2,45±0,05  | 2,55±0,05 |
| C18:3n3         | 1,4±0,00     | 1,4±0,00   | 1,4±0,00  |
| C18:2c9t11      | 2,65±0,05    | 2,6±0,00   | 2,7±0,00  |
| C20:0           | 0,1±0,00     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00  |
| C20:1           | 0,3±0,00     | 0,25±0,05  | 0,3±0,00  |
| C20:2           | 0,1±0,00     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00  |
| C20:3n6         | 0,1±0,00     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00  |
| C20:4n6         | 0,1±0,00     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00  |



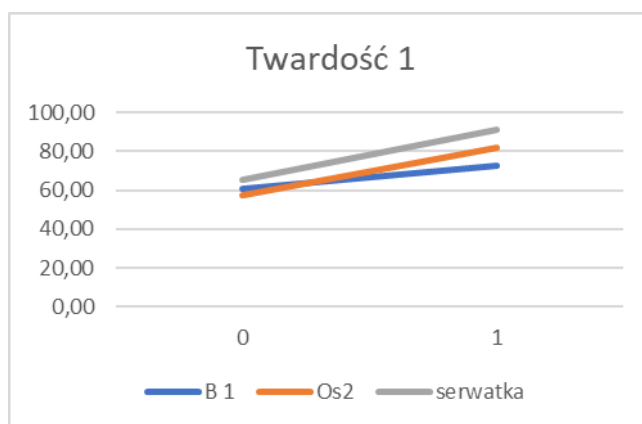
|                           |            |            |            |
|---------------------------|------------|------------|------------|
| C20:5 EPA                 | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C22:0                     | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| C22:5n3                   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   | 0,1±0,00   |
| <b>Σ nasycone</b>         | 58,6±0,00  | 59,05±0,05 | 58,35±0,05 |
| <b>Σ jednonienasycone</b> | 26,95±0,05 | 27,2±0,10  | 27,35±0,05 |
| <b>Σ wielonienasycone</b> | 4,5±0,00   | 4,35±0,05  | 4,45±0,05  |
| Trans                     | 7,1±0,00   | 6,7±0,00   | 6,95±0,05  |
| omega 3                   | 1,6±0,00   | 1,6±0,00   | 1,6±0,00   |
| omega 6                   | 2,9±0,00   | 2,75±0,05  | 2,85±0,05  |
| omega 9                   | 20,9±0,00  | 20,9±0,00  | 21,2±0,10  |
| <b>Cholesterol</b>        | 49,5±2,10  | 51,05±0,25 | 47,55±0,35 |

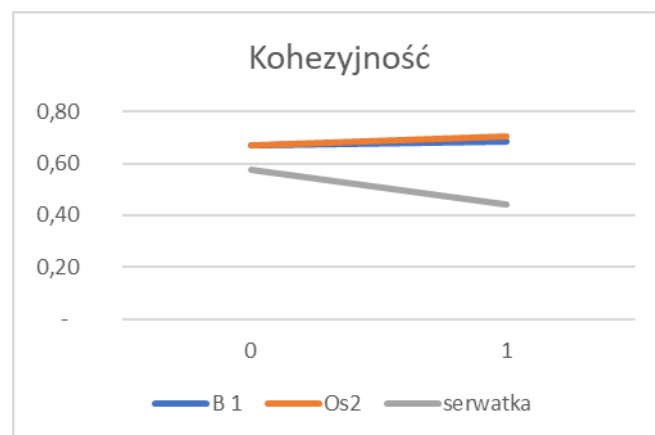
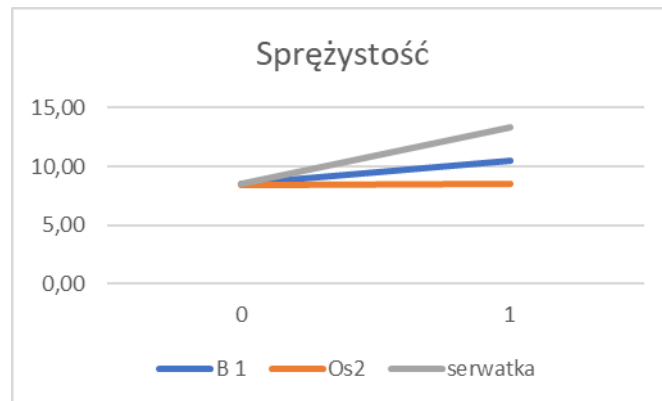
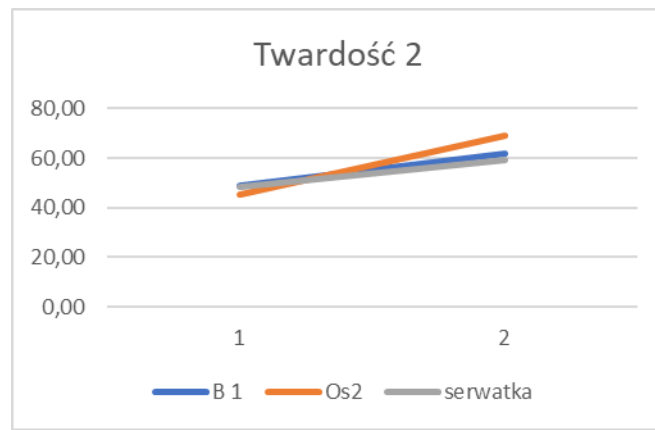
n.w.- nie wykryto, AW- ser krowi pasterski z serwatka, B1 - ser krowi pasterski B1, Os2 - ser krowi pasterski Os2

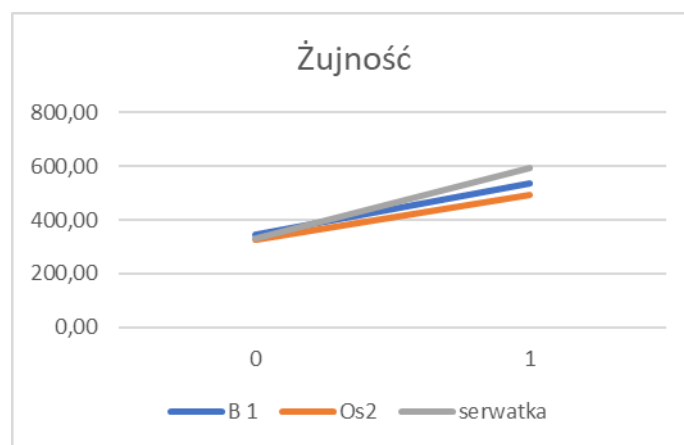
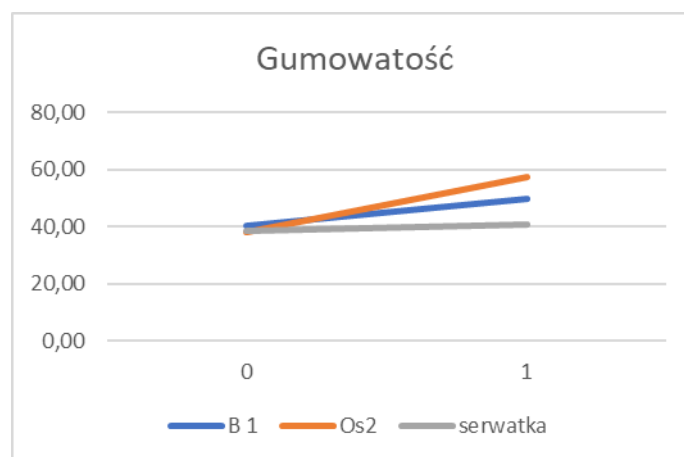
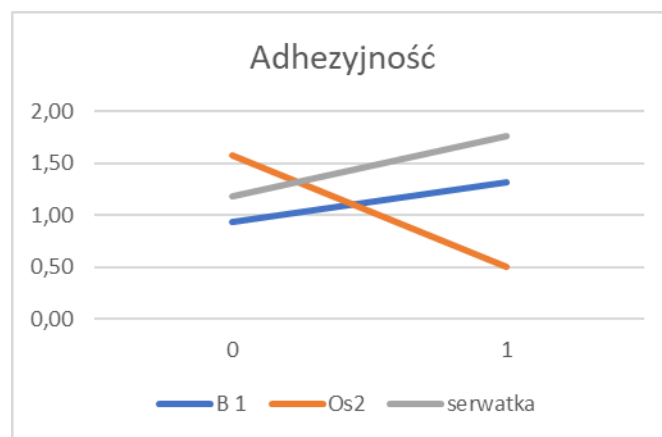
W tabeli 72 i na rysunku 27 przedstawiono wyniki parametrów tekstury serów kwasowo-podpuszczkowych wyprodukowanych z mleka krowiego w Zakładzie Figa, po produkcji i po 1 miesiącu dojrzewania.

Tabela 72. Parametry tekstury serów kwasowo-podpuszczkowych po produkcji i po miesiącu dojrzewania (mleko krowie)

|             |    | 0      |        |        | 1      |        |        |
|-------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|             |    | B1     | Os2    | S      | B1     | Os2    | S      |
| Twardość 1  | N  | 60,56  | 57,21  | 65,08  | 72,99  | 81,64  | 91,15  |
| Adhezyjność | mJ | 0,93   | 1,58   | 1,18   | 1,32   | 0,50   | 1,77   |
| Twardość 2  | N  | 48,95  | 45,38  | 48,14  | 61,81  | 68,80  | 59,21  |
| Kohezyjność |    | 0,67   | 0,67   | 0,58   | 0,68   | 0,70   | 0,44   |
| Sprężystość | mm | 8,51   | 8,55   | 8,57   | 10,48  | 8,56   | 13,32  |
| Gumowatość  | N  | 40,47  | 38,20  | 38,45  | 49,86  | 57,37  | 40,74  |
| Żujność     | mJ | 344,42 | 326,82 | 332,08 | 537,60 | 491,90 | 594,70 |







**Rys 27.** Parametry tekstury serów kwasowo-podpuszczkowych wyprodukowanych w Zakładzie Figa: serwatkowego (S) oraz z wykorzystaniem szczepu *L. brevis* B1 (B1) i *L. plantarum* Os2 (Os2) po produkcji i 1 miesiącach przechowywania (mleko krowie)

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że po produkcji parametry tekstury badanych serów kwasowo-podpuszczkowych były zbliżone i wzrastały podczas

przechowywania produktów. Wyjątkiem jest adhezyjność produktów, która po produkcji przyjmowała najwyższą wartość w przypadku sera Os2, i najniższą po przechowywaniu, w odróżnieniu od pozostałych produktów. Wśród badanych produktów ser serwatkowy charakteryzował się najwyższą wartością twardości 1, sprężystości oraz żuźności. Z kolei wartość kohezyjności produktów Os2 oraz B1 była zbliżona i utrzymywała się niemal na tym samym poziomie podczas przechowywania produktów, w odróżnieniu od sera serwatkowego, w przypadku którego podczas przechowywania stwierdzono obniżenie wartości kohezyjności.

### Ocena mikrobiologiczna

Wybrane wskaźniki jakości mikrobiologicznej serów kwasowo-podpuszczkowych wyprodukowanych z mleka krowiego znajdują się w tabeli 73. Liczba bakterii fermentacji mlekowej była na wysokim poziomie ok.  $10^8$  jtk/g i była zbliżona we wszystkich próbach. Liczba bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* była na poziomie ok.  $10^5$  jtk/g bezpośrednio po produkcji oraz po 1 miesiącu dojrzewania. W badanych produktach stwierdzono niską liczbę drożdży i pleśni, która nie przekroczyła rzędu wielkości  $10^4$  jtk/g. Oznaczona liczba bakterii *S. aureus* zwiększyła się o 1 rząd logarytmiczny w próbie B1 i Os2 z ok.  $10^4$  jtk/g do  $10^5$  jtk/g w próbach B1 i Os2. Natomiast sery serwatkowe (AW) zawierały mniejszą liczbę *S. aureus* w porównaniu do wartości początkowej. Nie stwierdzono obecności bakterii patogennych (*L. monocytogenes* *Salmonella*) w żadnej z badanych prób.

**Tabela 73.** Obecność i średnia liczba wybranych mikroorganizmów w serach kwasowo-podpuszczkowych po produkcji i po 1 miesiącu dojrzewania.

| Próba | Czas przechowywania [miesiąc] | Liczba komórek bakterii [jtk/g] |                      |                      |                      | Obecność* |      |
|-------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------|------|
|       |                               | LAB                             | ENT                  | Y&M                  | STA                  | SALM      | LIST |
| AW    | 0                             | 4,60x10 <sup>8</sup>            | 1,10x10 <sup>5</sup> | 1,08x10 <sup>4</sup> | 1,40x10 <sup>4</sup> | nb        | nb   |
|       | 1                             | 1,39x10 <sup>8</sup>            | 6,15x10 <sup>4</sup> | 7,25x10 <sup>4</sup> | 4,00x10 <sup>3</sup> | nb        | nb   |
| B1    | 0                             | 4,15x10 <sup>8</sup>            | 2,53x10 <sup>5</sup> | 7,75x10 <sup>3</sup> | 2,04x10 <sup>4</sup> | nb        | nb   |
|       | 1                             | 5,00x10 <sup>8</sup>            | 5,25x10 <sup>5</sup> | 3,15x10 <sup>4</sup> | 1,09x10 <sup>5</sup> | nb        | nb   |
| Os2   | 0                             | 3,90x10 <sup>8</sup>            | 2,68x10 <sup>5</sup> | 6,15x10 <sup>3</sup> | 1,52x10 <sup>4</sup> | nb        | nb   |
|       | 1                             | 3,65x10 <sup>8</sup>            | 1,45x10 <sup>5</sup> | 2,28x10 <sup>4</sup> | 2,10x10 <sup>5</sup> | nb        | nb   |

Objaśnienia: LAB – ogólna liczba bakterii fermentacji mlekowej; ENT – liczba bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*; Y&M – ogólna liczba drożdży i pleśni; STA – liczba bakterii *Staphylococcus aureus*; SALM – obecność bakterii *Salmonella* sp.; LIST – obecność bakterii *Listeria monocytogenes*.

nb – nieobecne; \* - obecność bakterii 25g produktu; n=3.

Sery kwasowo-podpuszczkowe wyprodukowane z mleka krowiego charakteryzowały się zbliżoną wartością aktywności wody w granicach 0,953-0,963 bezpośrednio po produkcji. Po miesiącu dojrzewania zaobserwowano zmniejszenie się tego parametru od 0,003 w próbie

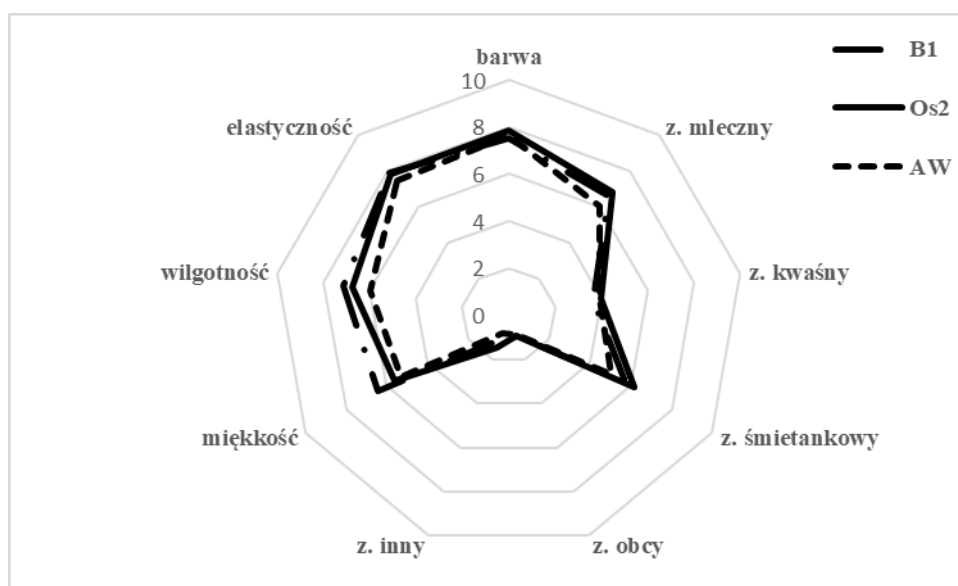
B1 do 0,023 jednostki w próbie Os2. Wartość aktywności wody jest stosunkowo wysoka, nie gwarantująca bezpieczeństwa mikrobiologicznego. Czynnikiem utrwalającym są bakterie kwasu mlekowego.

**Tabela 74.** Średnia wartość aktywności wody ( $a_w$ ) w serach kwasowo-podpuszczkowych po produkcji, n=3

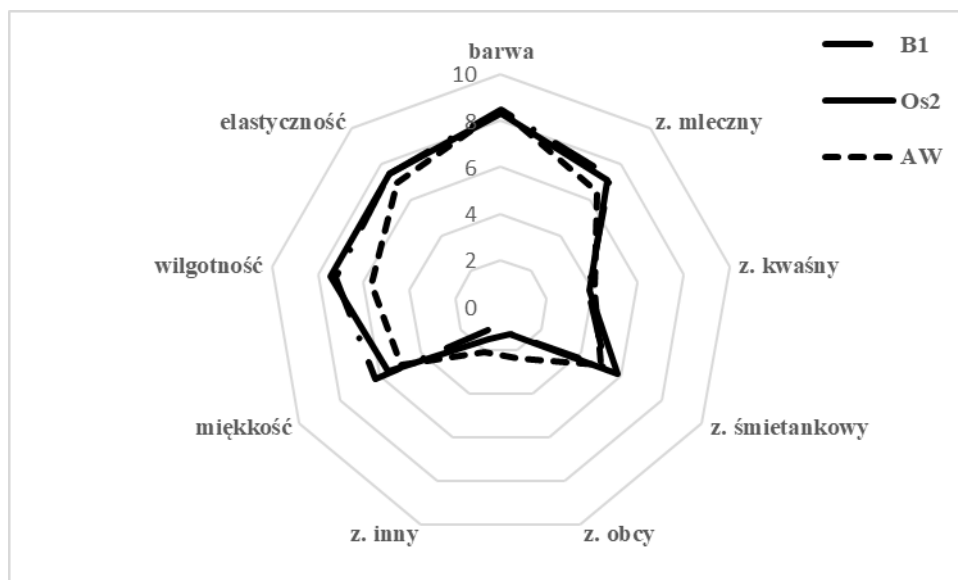
| Rodzaj produktu                            | Próba | Czas przechowywania [miesiąc] | $a_w$       |
|--------------------------------------------|-------|-------------------------------|-------------|
| Ser kwasowo-podpuszczkowy z mleka krowiego | AW    | 0                             | 0,963±0,006 |
|                                            |       | 1                             | 0,947±0,006 |
|                                            | B1    | 0                             | 0,953±0,000 |
|                                            |       | 1                             | 0,950±0,000 |
|                                            | Os2   | 0                             | 0,963±0,006 |
|                                            |       | 1                             | 0,940±0,000 |

### Ocena jakości sensorycznej

Oceny sensoryczne przeprowadzono za pomocą metody Ilościowej Analizy Opisowej – QDA. Badania wykonywano zgodnie z wymaganiami normy ISO 13299:2016 przez przeszkolony zespół oceniających. Badane wyróżniki sensoryczne wybrano w dyskusji panelowej i dotyczyły one zapachu, barwy i tekstury. Analizę badanych produktów przeprowadzono po ich produkcji oraz po dojrzewaniu/przechowywaniu w chłodniczym w warunkach beztlenowych.



**Rys. 28.** Wyniki oceny sensorycznej serów kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (n=16), z. – zapach.



**Rys. 29.** Wyniki oceny sensorycznej serów kwasowo-podpuszczkowych po miesiącu dojrzewania (n=16), z. – zapach.

Analiza rysunku 28 i 29 wskazuje, że wszystkie oceniane próbki serów charakteryzowały się zbliżoną jakością sensoryczną w zakresie ocenianych wyróżników zapachu i tekstury. Ponadto nie zaobserwowano istotnych zmian tych cech w czasie założonego czasu przechowywania. Badane próbki serów cechowały się kremową barwą, mocno wyczuwalną notą zapachu mlecznego i śmietankowego. Intensywność zapachu kwaśnego oceniano na niskim poziomie od 3,84 j.u. do 4,12 j.u. w zależności od badanej próbki, czy czasu przechowywania. Ponadto zapach obcy i inny nie przekraczał intensywnością not pozytywnych w serach, takich jak zapach śmietankowy i mleczny i przyjmował wartości 2,36 j.u. i poniżej tej wartości. Nieco niższe wartości wilgotności ocenianej sensorycznie zaobserwowano w przypadku próbki AW w porównaniu do badanych próbek B1 oraz Os2 (rys. 28 i 29).

## SERY KOZIE KWASOWO-PODPUSZCZKOWE

### PRODUKACJA I

#### Warianty badawcze:

**AW**- ser kozi farmerski z serwatką

**B1** - ser kozi farmerski z wybranym szczepem IBPRS (B1)

**Os2** - ser kozi farmerski z wybranym szczepem IBPRS (Os2)

#### Wyniki

**Tabela 75.** Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej ( $^{\circ}\text{SH}$ ) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) ( $\text{średnia} \pm \text{SD}$ ) serów kozich farmerski kwasowo-podpuszczkowych po produkcji.

| Próba      | pH              | $^{\circ}\text{SH}$ | ORP               |
|------------|-----------------|---------------------|-------------------|
| <b>AW</b>  | 5,85 $\pm$ 0,00 | 29,00 $\pm$ 1,00    | 319,60 $\pm$ 0,70 |
| <b>B1</b>  | 6,16 $\pm$ 0,00 | 21,00 $\pm$ 1,00    | 355,00 $\pm$ 0,40 |
| <b>Os2</b> | 5,88 $\pm$ 0,00 | 33,00 $\pm$ 1,00    | 429,35 $\pm$ 1,55 |

AW- ser kozi farmerski z serwatka, B1 - ser kozi farmerski B1, Os2 - ser kozi farmerski Os2

**Tabela 76.** Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej ( $^{\circ}\text{SH}$ ) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) ( $\text{średnia} \pm \text{SD}$ ) serów kozich farmerski kwasowo-podpuszczkowych po miesiącu dojrzewania.

| Próba      | pH              | $^{\circ}\text{SH}$ | ORP               |
|------------|-----------------|---------------------|-------------------|
| <b>AW</b>  | 6,09 $\pm$ 0,01 | 30,50 $\pm$ 0,50    | 411,30 $\pm$ 0,20 |
| <b>B1</b>  | 6,26 $\pm$ 0,01 | 24,50 $\pm$ 0,50    | 414,70 $\pm$ 0,30 |
| <b>Os2</b> | 6,00 $\pm$ 0,03 | 31,50 $\pm$ 0,50    | 395,25 $\pm$ 7,55 |

AW- ser kozi farmerski z serwatka, B1 - ser kozi farmerski B1, Os2 - ser kozi farmerski Os2

**Tabela 77.** Podstawowy skład serów kozich farmerski kwasowo-podpuszczkowych po produkcji.

| Parametr [%]   | <b>AW</b> | <b>B1</b> | <b>Os2</b> |
|----------------|-----------|-----------|------------|
| <b>Woda</b>    | 46,6      | 48,0      | 47,4       |
| <b>Białko</b>  | 26,3      | 25,6      | 23,8       |
| <b>Tłuszcz</b> | -         | -         | -          |
| <b>NaCl</b>    | 1,36      | 1,32      | 1,30       |
| <b>Fosfor</b>  | 1,33      | 1,33      | 1,21       |

AW- ser kozi farmerski z serwatka, B1 - ser kozi farmerski B1, Os2 - ser kozi farmerski Os2

**Tabela 78.** Parametry barwy serów kozich farmerski kwasowo-podpuszczkowych (n=15) po produkcji.

| <b>Próba</b> | <b>L</b>   | <b>a</b>  | <b>b</b>  |
|--------------|------------|-----------|-----------|
| <b>AW</b>    | 82,67±2,68 | 1,47±0,41 | 8,61±0,68 |
| <b>B1</b>    | 84,41±2,70 | 1,42±0,18 | 8,14±0,48 |
| <b>Os2</b>   | 85,11±1,34 | 2,07±0,24 | 7,72±0,44 |

AW- ser kozii farmerski z serwatka, B1 - ser kozii farmerski B1, Os2 - ser kozii farmerski Os2

**Tabela 79.** Parametry barwy serów kozich farmerski kwasowo-podpuszczkowych (n=15) po miesiącu dojrzewania.

| <b>Próba</b> | <b>L</b>   | <b>a</b>  | <b>b</b>  |
|--------------|------------|-----------|-----------|
| <b>AW</b>    | 79,53±1,99 | 1,37±0,33 | 9,37±0,30 |
| <b>B1</b>    | 81,24±1,44 | 1,75±0,16 | 7,29±0,43 |
| <b>Os2</b>   | 81,23±2,11 | 2,02±0,22 | 7,78±0,47 |

AW- ser kozii farmerski z serwatka, B1 - ser kozii farmerski B1, Os2 - ser kozii farmerski Os2

**Tabela 80.** Skład kwasów tłuszczowych (średnia±niepewność) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach kozich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

| <b>Kwas tłuszczowy</b> | <b>Po produkcji</b> |           |            |
|------------------------|---------------------|-----------|------------|
|                        | <b>AW</b>           | <b>B1</b> | <b>Os2</b> |
| C4:0                   | 2,2                 | 2,2       | 2,2        |
| C6:0                   | 2,3                 | 2,2       | 2,2        |
| C8:0                   | 2,6                 | 2,2       | 2,3        |
| C10:0                  | 8,8                 | 7,4       | 7,8        |
| C10:1                  | 0,1                 | 0,1       | 0,1        |
| C12:0                  | 3,0                 | 2,5       | 2,7        |
| C13:0                  | 0,1                 | 0,1       | 0,1        |
| C14:0                  | 9,1                 | 8,7       | 9,0        |
| C14:1                  | 0,3                 | 0,3       | 0,3        |
| C15:0 br               | 0,4                 | 0,4       | 0,4        |
| C15:0                  | 0,8                 | 0,8       | 0,8        |
| C15:1                  | 0,2                 | 0,2       | 0,2        |
| C16:0                  | 28,8                | 25,9      | 26,6       |
| C16:1                  | 0,8                 | 0,8       | 0,8        |
| C17:0 br               | 0,8                 | 0,8       | 0,8        |
| C17:0                  | 0,6                 | 0,6       | 0,6        |
| C17:1                  | 0,2                 | 0,2       | 0,2        |
| C18:0                  | 11,9                | 14,1      | 13,1       |
| C18:1trans             | 2,9                 | 3,1       | 2,9        |



|                           |      |      |      |
|---------------------------|------|------|------|
| C18:1cis9                 | 17,2 | 20,0 | 19,6 |
| C18:1cis11                | 0,7  | 0,7  | 0,7  |
| C18:1 c inne              | 1,3  | 1,4  | 1,4  |
| C18:2                     | 2,0  | 2,3  | 2,2  |
| C18:3n3                   | 1,0  | 1,1  | 1,1  |
| C18:2c9t11                | 1,0  | 1,0  | 1,0  |
| C20:0                     | 0,2  | 0,2  | 0,2  |
| C20:1                     | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| C20:2                     | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| C20:4n6                   | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| C20:5 EPA                 | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| C22:0                     | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| C22:5n3                   | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| C22:DHA                   | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| <b>Σ nasycone</b>         | 71,7 | 68,2 | 68,9 |
| <b>Σ jednonienasycone</b> | 23,8 | 26,9 | 26,3 |
| <b>Σ wielonienasycone</b> | 4,5  | 4,9  | 4,8  |
| trans                     | 2,9  | 3,1  | 2,9  |
| omega 3                   | 1,2  | 1,3  | 1,3  |
| omega 6                   | 2,3  | 2,6  | 2,5  |
| omega 9                   | 17,3 | 20,1 | 19,7 |
| <b>Cholesterol</b>        | 50,0 | 47,4 | 53,2 |

n.w.- nie wykryto, AW- ser kozi farmerski z serwatka, B1 – ser kozi farmerski B1, Os2 – ser kozi farmerski Os2

## PRODUKACJA II

### Warianty badawcze:

**AW-** ser kozi farmerski z serwatka

**B1** – ser kozi farmerski z wybranym szczepem IBPRS (B1)

**Os2** – ser kozi farmerski z wybranym szczepem IBPRS (Os2)

### Wyniki

**Tabela 81.** Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej (°SH) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) (średnia±SD) serów kozich farmerski kwasowo-podpuszczkowych po produkcji.

| Próba | pH        | °SH        | ORP         |
|-------|-----------|------------|-------------|
| AW    | 5,86±0,00 | 31,00±1,00 | 307,90±6,50 |
| B1    | 6,15±0,00 | 23,00±1,00 | 356,75±2,35 |
| Os2   | 5,84±0,00 | 34,00±2,00 | 427,70±5,00 |

AW- ser kozi farmerski z serwatka, B1 – ser kozi farmerski B1, Os2 – ser kozi farmerski Os2

**Tabela 82.** Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej (°SH) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) (średnia±SD) serów kozich farmerski kwasowo-podpuszczkowych po miesiącu dojrzewania.

| Próba | pH        | °SH        | ORP         |
|-------|-----------|------------|-------------|
| AW    | 6,11±0,00 | 28,50±0,50 | 417,20±2,00 |
| B1    | 6,28±0,00 | 25,00±1,00 | 416,85±0,55 |
| Os2   | 6,01±0,00 | 29,00±1,00 | 408,20±0,30 |

AW- ser kozi farmerski z serwatka, B1 – ser kozi farmerski B1, Os2 – ser kozi farmerski Os2

**Tabela 83.** Podstawowy skład serów kozich farmerski kwasowo-podpuszczkowych po produkcji.

| Parametr [%] | AW   | B1   | Os2  |
|--------------|------|------|------|
| Woda         | 46,6 | 48,2 | 47,3 |
| Białko       | 26,7 | 25,6 | 23,9 |
| Tłuszcz      | -    | -    | -    |
| NaCl         | 1,35 | 1,32 | 1,31 |
| Fosfor       | 1,35 | 1,39 | 1,20 |

AW- ser kozi farmerski z serwatka, B1 – ser kozi farmerski B1, Os2 – ser kozi farmerski Os2

**Tabela 84.** Parametry barwy serów kozich farmerski kwasowo-podpuszczkowych (n=15) po produkcji.

| Próba | L          | a         | b         |
|-------|------------|-----------|-----------|
| AW    | 81,62±2,13 | 1,31±0,22 | 8,80±0,45 |
| B1    | 84,78±2,05 | 1,40±0,27 | 8,17±0,70 |
| Os2   | 83,89±1,29 | 1,86±0,14 | 7,87±0,41 |

AW- ser kozi farmerski z serwatka, B1 – ser kozi farmerski B1, Os2 – ser kozi farmerski Os2

**Tabela 85.** Parametry barwy serów kozich farmerski kwasowo-podpuszczkowych (n=15) po miesiącu dojrzewania.

| Próba | L          | a         | b         |
|-------|------------|-----------|-----------|
| AW    | 80,14±0,81 | 1,36±0,26 | 9,43±0,41 |
| B1    | 81,96±1,70 | 1,69±0,15 | 7,63±0,53 |
| Os2   | 81,59±2,94 | 1,78±0,32 | 8,03±0,38 |

AW- ser kozi farmerski z serwatka, B1 – ser kozi farmerski B1, Os2 – ser kozi farmerski Os2

**Tabela 86.** Skład kwasów tłuszczowych (średnia±niepewność) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach kozich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

| Kwas tłuszczowy | Po produkcji |      |      |
|-----------------|--------------|------|------|
|                 | AW           | B1   | Os2  |
| C4:0            | 2,2          | 2,2  | 2,2  |
| C6:0            | 2,4          | 2,2  | 2,2  |
| C8:0            | 2,6          | 2,3  | 2,3  |
| C10:0           | 8,9          | 7,4  | 7,8  |
| C10:1           | 0,1          | 0,1  | 0,1  |
| C12:0           | 2,9          | 2,5  | 2,7  |
| C13:0           | 0,1          | 0,1  | 0,1  |
| C14:0           | 9,1          | 8,8  | 9,0  |
| C14:1           | 0,3          | 0,3  | 0,3  |
| C15:0 br        | 0,4          | 0,4  | 0,4  |
| C15:0           | 0,8          | 0,8  | 0,8  |
| C15:1           | 0,2          | 0,2  | 0,2  |
| C16:0           | 28,9         | 25,8 | 26,7 |
| C16:1           | 0,8          | 0,8  | 0,9  |
| C17:0 br        | 0,8          | 0,8  | 0,8  |
| C17:0           | 0,6          | 0,6  | 0,6  |
| C17:1           | 0,2          | 0,2  | 0,2  |
| C18:0           | 11,8         | 14,0 | 13,2 |
| C18:1trans      | 2,9          | 3,1  | 2,8  |
| C18:1cis9       | 17,2         | 20,0 | 19,5 |
| C18:1cis11      | 0,7          | 0,7  | 0,7  |
| C18:1 c inne    | 1,3          | 1,4  | 1,3  |
| C18:2           | 1,9          | 2,3  | 2,2  |
| C18:3n3         | 1,0          | 1,1  | 1,1  |
| C18:2c9t11      | 1,0          | 1,0  | 1,0  |
| C20:0           | 0,2          | 0,2  | 0,2  |
| C20:1           | 0,1          | 0,1  | 0,1  |
| C20:2           | 0,1          | 0,1  | 0,1  |
| C20:4n6         | 0,1          | 0,1  | 0,1  |
| C20:5 EPA       | 0,1          | 0,1  | 0,1  |

|                           |      |      |      |
|---------------------------|------|------|------|
| C22:0                     | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| C22:5n3                   | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| C22:DHA                   | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| <b>Σ nasycone</b>         | 71,8 | 68,2 | 69,1 |
| <b>Σ jednonienasycone</b> | 23,8 | 26,9 | 26,1 |
| <b>Σ wielonienasycone</b> | 4,4  | 4,9  | 4,8  |
| trans                     | 2,9  | 3,1  | 2,8  |
| omega 3                   | 1,2  | 1,3  | 1,3  |
| omega 6                   | 2,2  | 2,6  | 2,5  |
| omega 9                   | 17,3 | 20,1 | 19,6 |
| <b>Cholesterol</b>        | 52,2 | 49,2 | 55,7 |

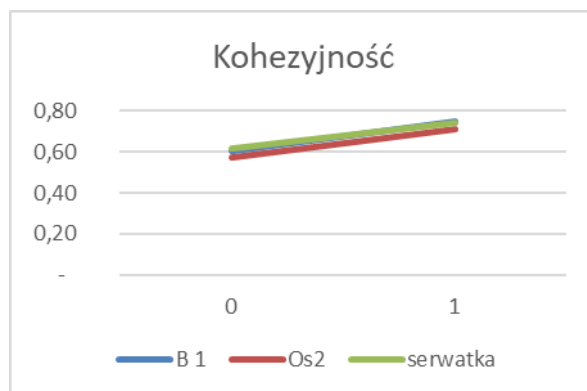
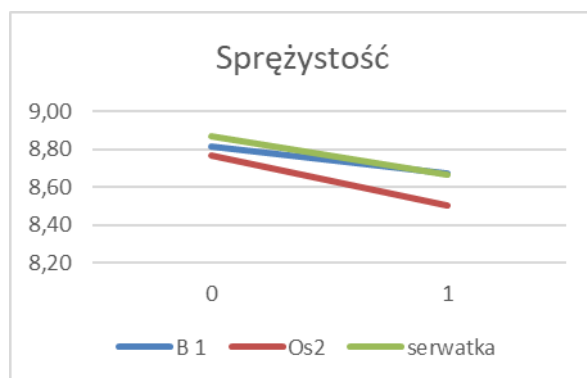
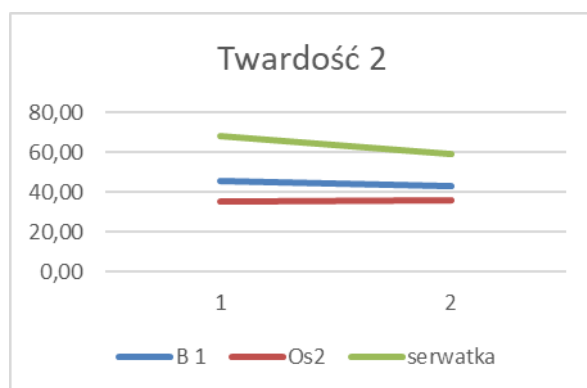
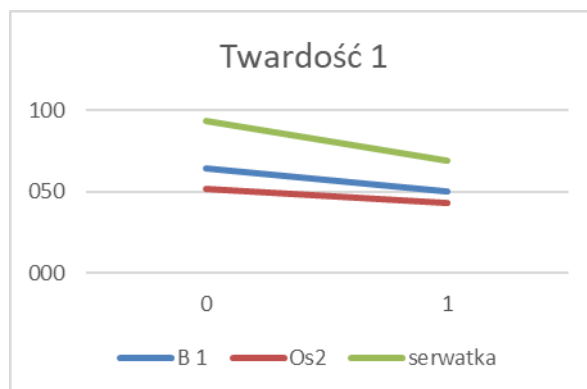
n.w.- nie wykryto, AW- ser kozi farmerski z serwatka, B1 - ser kozi farmerski B1, Os2 - ser kozi farmerski Os2

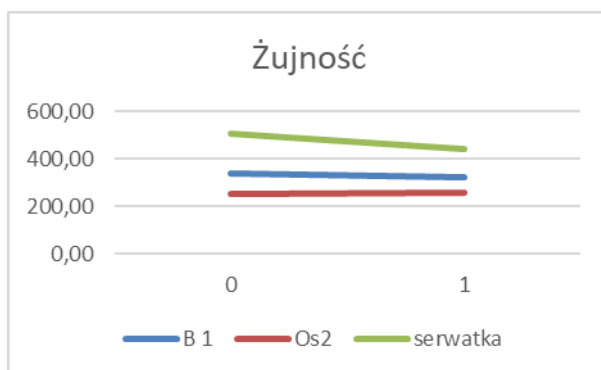
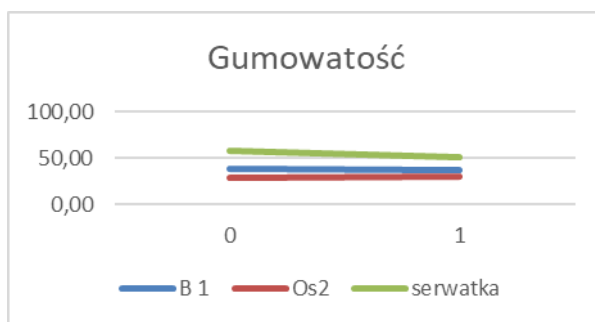
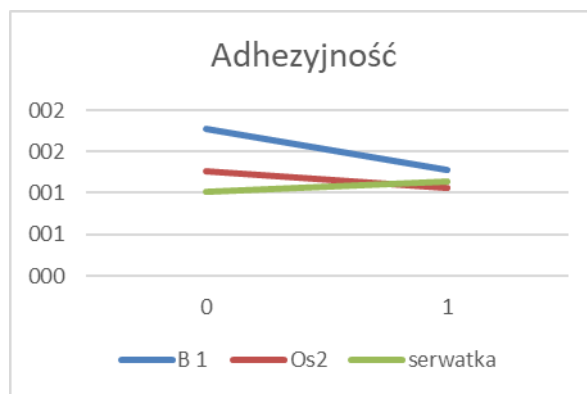
## Tekstura

W tabeli 87 i na rysunku 30 przedstawiono wyniki parametrów tekstury serów kwasowo-podpuszczkowych wyprodukowanych z mleka koziego w Zakładzie Figa, po produkcji i po miesiącu dojrzewania.

**Tabela 87.** Parametry tekstury serów kwasowo-podpuszczkowych wyprodukowanych w Zakładzie Figa po produkcji i po miesiącu przechowywania (mleko kozie)

|             |    | 0      |        |        | 1      |        |        |
|-------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|             |    | B1     | Os2    | AW     | B1     | Os2    | AW     |
| Twardość 1  | N  | 64,21  | 51,54  | 93,50  | 50,00  | 42,94  | 68,80  |
| Adhezyjność | mJ | 1,77   | 1,27   | 1,02   | 1,28   | 1,07   | 1,13   |
| Twardość 2  | N  | 45,30  | 35,78  | 68,35  | 43,30  | 35,85  | 59,17  |
| Kohezyjność |    | 0,61   | 0,57   | 0,61   | 0,75   | 0,71   | 0,74   |
| Sprężystość | mm | 8,82   | 8,77   | 8,87   | 8,67   | 8,50   | 8,67   |
| Gumowatość  | N  | 38,72  | 29,50  | 57,20  | 37,45  | 30,52  | 51,07  |
| Żujność     | mJ | 341,27 | 258,43 | 506,83 | 325,15 | 259,67 | 442,37 |





**Rys. 30.** Parametry tekstury serów kwasowo-podpuszczkowych wyprodukowanych w Zakładzie Figa po produkcji i po miesiącu dojrzewania (mleko kozie)

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wartości twardości 1 i 2, sprężystości, gumowatości i żujności obniżały się w miarę przechowywania produktów i były najwyższe w przypadku sera serwatkowego, natomiast najniższe dla sera Os2. Jedynym parametrem, którego wartość rosła podczas przechowywania serów kwasowo-podpuszczkowych była kohezyność.

### Ocena mikrobiologiczna

W tabeli 88 zebrano wyniki jakości mikrobiologicznej serów kwasowo-podpuszczkowych wyprodukowanych z mleka koziego. Liczba bakterii fermentacji mlekowej była na wysokim poziomie ok.  $10^7$  jtk/g i była zbliżona w próbach B1 i AW. Nieznacznie więcej LAB zawierały próby serów z dodatkiem szczepu Os2 o przekroczyła  $10^8$  jtk/g. Liczba bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* była w granicach  $10^5$  –  $10^6$  jtk/g bezpośrednio po produkcji i w czasie miesięcznego dojrzewania zmniejszyła się o ok. 1 rząd logarytmiczny. Początkowe zanieczyszczenie drożdżami i pleśniami serów kozich było niskie ok.  $10^3$  jtk/g i zwiększyło się po miesięcznym dojrzewaniu. Zaobserwowano zmniejszenie liczby bakterii *S. aureus* w porównaniu do wartości początkowej z poziomu ok.  $10^5$  jtk do  $10^3$  jtk/g. Nie stwierdzono obecności bakterii patogennych (*L. monocytogenes* i *Salmonella*) w żadnej z badanych prób.

**Tabela 88.** Obecność i średnia liczba wybranych mikroorganizmów w serach kwasowo-podpuszczkowych po produkcji i po miesiącu przechowywania (mleko kozie)

| Próba | Czas przechowywania [miesiąc] | Liczba komórek bakterii [jtk/g] |                      |                      |                      | Obecność* |      |
|-------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------|------|
|       |                               | LAB                             | ENT                  | Y&M                  | STA                  | SALM      | LIST |
| AW    | 0                             | 1,28x10 <sup>8</sup>            | 8,00x10 <sup>5</sup> | 4,85x10 <sup>3</sup> | 2,50x10 <sup>5</sup> | nb        | nb   |
|       | 1                             | 6,64x10 <sup>7</sup>            | 2,95x10 <sup>4</sup> | 5,25x10 <sup>4</sup> | 1,50x10 <sup>3</sup> | nb        | nb   |
| B1    | 0                             | 7,25x10 <sup>7</sup>            | 3,80x10 <sup>5</sup> | 2,80x10 <sup>3</sup> | 1,75x10 <sup>5</sup> | nb        | nb   |
|       | 1                             | 8,60x10 <sup>7</sup>            | 1,52x10 <sup>5</sup> | 2,20x10 <sup>4</sup> | 2,50x10 <sup>3</sup> | nb        | nb   |
| Os2   | 0                             | 1,20x10 <sup>8</sup>            | 4,55x10 <sup>6</sup> | 4,30x10 <sup>3</sup> | 6,00x10 <sup>4</sup> | nb        | nb   |
|       | 1                             | 1,26x10 <sup>8</sup>            | 8,50x10 <sup>4</sup> | 4,50x10 <sup>4</sup> | 3,50x10 <sup>3</sup> | nb        | nb   |

Objaśnienia: LAB – ogólna liczba bakterii fermentacji mlekowej; ENT – liczba bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*; Y&M – ogólna liczba drożdży i pleśni; STA – liczba bakterii *Staphylococcus aureus*; SALM – obecność bakterii *Salmonella* sp.; LIST – obecność bakterii *Listeria monocytogenes*.  
nb – nieobecne; \* - obecność bakterii 25g produktu; n=3.

Sery kwasowo-podpuszczkowe wyprodukowane z mleka koziego charakteryzowały się taką samą wartością aktywności wody 0,960 bezpośrednio po produkcji. Wartość aktywności wody jest stosunkowo wysoka, nie gwarantująca bezpieczeństwa mikrobiologicznego, dlatego czynnikiem utrwalającym są bakterie kwasu mlekowego.

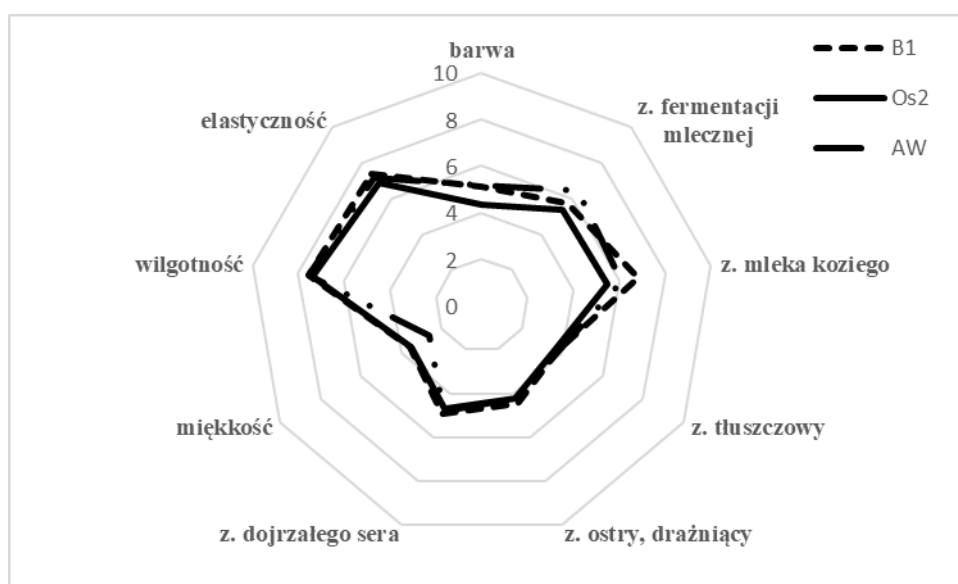
**Tabela 89.** Średnia wartość aktywności wody ( $a_w$ ) w serach kwasowo-podpuszczkowych po produkcji, n=3

| Rodzaj produktu | Próba | $a_w$       |
|-----------------|-------|-------------|
| Ser kwasowo-    | AW    | 0,960±0,000 |

|                                      |            |             |
|--------------------------------------|------------|-------------|
| <b>podpuszczkowy z mleka koziego</b> | <b>B1</b>  | 0,960±0,000 |
|                                      | <b>Os2</b> | 0,960±0,000 |

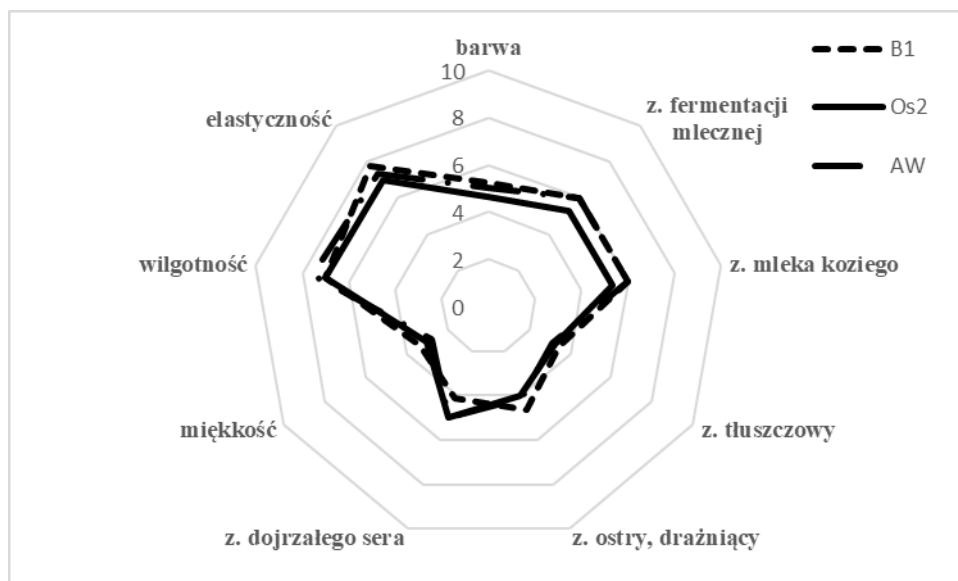
### Ocena jakości sensorycznej

Oceny sensoryczne przeprowadzono za pomocą metody Ilościowej Analizy Opisowej – QDA. Badania wykonywano zgodnie z wymaganiami normy ISO 13299:2016 przez przeszkolony zespół oceniających. Badane wyróżniki sensoryczne wybrano w dyskusji panelowej i dotyczyły one zapachu, barwy i tekstury. Analizę badanych produktów przeprowadzono po ich produkcji oraz po dojrzewaniu/przechowywaniu w chłodniczym w warunkach beztlenowych.



**Rys. 31.** Wyniki oceny sensorycznej serów kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (n=16), z. – zapach.





**Rys. 32.** Wyniki oceny sensorycznej serów kwasowo-podpuszczkowych po miesiącu dojrzewania (n=16), z. – zapach.

Analiza rysunku 31 i 32 wskazuje, że próbka sera Os2 charakteryzowała się jaśniejszą barwą w porównaniu do pozostałych ocenianych czyli próbki B1 i próbki AW. Ponadto próbka ta cechowała się niższą wyczuwalnością zapachu mleka koziego w porównaniu z dwoma pozostałymi próbkami. Natomiast pod względem intensywności zapachu fermentacji mlekowej próbka AW wyróżniała się największą intensywnością w porównaniu do pozostałych. Badane próbki cechowały się zbliżonymi notami ze względu na intensywność noty tłuszczowej, noty ostrej, drażniącej i ze względu na zapach dojrzałego sera. Mniej miękka była próbka AW w porównaniu do dwóch pozostałych. Wilgotność wszystkich próbek kształtowała się na podobnym dość wysokim poziomie od 7,00 j.u. do 7,53 j.u., w zależności od próbki i terminu badania. W ocenie sensorycznej mniej elastyczna była próbka Os2 w porównaniu do próbek B1 i AW. Ponadto nie zaobserwowano istotnych zmian jakości sera w czasie jego przechowywania w badanym okresie.

## **E. Zakład ekologiczny Jurajski Koziółek**

**TWARÓG KWASOWY (Kwasowo-podpuszczkowy) PRODUKOWANY  
W WARUNKACH ZAKŁADU**

Sposób produkcji:

A. Ser kontrolny:

- mleko surowego (kozie)
- szczepienie drobnoustrojami zakładowymi
- ukwaszanie – zgodnie z tradycją produkcji w zakładzie
- krojenie skrzepu
- podgrzewanie skrzepu
- prasowanie

B. Ser z dodatkiem szczepów środowiskowych (B1)

- mleko surowego (kozie)
- szczepienie drobnoustrojami
- ukwaszanie – zgodnie z tradycją produkcji w zakładzie
- krojenie skrzepu
- podgrzewanie skrzepu
- prasowanie

Ocena konsumentka w Zakładzie

Wyprodukowane sery twarogowe poddane zostały ocenie konsumentkiej. Określono konsystencję, barwę, zapach i smakowitość serów. Oceny dokonywała 5-osobowa grupa degustatorów przeszkolona w wykonywaniu analiz sensorycznych serów kwasowo-podpuszczkowych.

**Tabela 90.** Ocena konsumentka serów kozich twarogowych po produkcji.

| <b>Wyróżnik jakościowy</b> | <b>Z</b>  | <b>B1</b> |
|----------------------------|-----------|-----------|
| <b>Barwa</b>               | 4,83±0,37 | 5,00±0,00 |
| <b>Konsystencja</b>        | 4,50±0,50 | 4,83±0,37 |
| <b>Zapach</b>              | 4,17±0,37 | 4,33±1,11 |
| <b>Smakowitość</b>         | 4,67±0,47 | 4,00±1,15 |
| <b>Jakość całkowita</b>    | 4,54±0,22 | 4,54±0,58 |

Z- ser kozi twarogowy zakładowy, B1 - ser kozi twarogowy ze szczepem B1



**a) ser twarogowy zakładowy**



**b) ser twarogowy ze szczepem B1**

**Rys. 33.** Sery kozie twarogowe: a) ser twarogowy zakładowy, b) ser twarogowy ze szczepem B1

## PRODUKACJA I

### Warianty badawcze:

Z - ser kozie naturalny zakładowy

B1 - ser kozie z dodatkiem szczepu B1

### Wyniki

**Tabela 91.** Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej ( $^{\circ}\text{SH}$ ) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) ( $\text{średnia} \pm \text{SD}$ ) serów kozich twarogowych po produkcji.

| Próba | pH              | $^{\circ}\text{SH}$ | ORP               |
|-------|-----------------|---------------------|-------------------|
| Z     | 4,15 $\pm$ 0,01 | 81,0 $\pm$ 1,00     | 463,80 $\pm$ 0,80 |
| B1    | 3,83 $\pm$ 0,00 | 101,0 $\pm$ 1,00    | 448,20 $\pm$ 2,60 |

Z- ser kozie twarogowy zakładowy, B1 - ser kozie twarogowy B1

**Tabela 92.** Podstawowy skład serów kozich twarogowych po produkcji.

| Parametr [%] | Z                | B1               |
|--------------|------------------|------------------|
| Woda         | 65,90 $\pm$ 0,20 | 69,20 $\pm$ 0,00 |
| Białko       | 13,90 $\pm$ 0,20 | 13,55 $\pm$ 0,15 |
| Tłuszcz      | -                | -                |
| NaCl         | <0,5             | <0,5             |
| Fosfor       | 0,40 $\pm$ 0,03  | 0,41 $\pm$ 0,01  |

Z- ser kozie twarogowy zakładowy, B1 - ser kozie twarogowy B1

**Tabela 93.** Parametry barwy serów kozich twarogowych (n=15) po produkcji.

| Próba | L                | a               | b               |
|-------|------------------|-----------------|-----------------|
| Z     | 92,31 $\pm$ 0,80 | 3,28 $\pm$ 0,25 | 3,25 $\pm$ 0,15 |
| B1    | 92,36 $\pm$ 0,47 | 2,58 $\pm$ 0,35 | 3,45 $\pm$ 0,30 |

Z- ser kozie twarogowy zakładowy, B1 - ser kozie twarogowy B1

## PRODUKACJA II

### Warianty badawcze:

Z - ser kozi naturalny zakładowy

B1 - ser kozi z dodatkiem szczepu B1

### Wyniki

**Tabela 94.** Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej ( $^{\circ}\text{SH}$ ) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) ( $\text{średnia} \pm \text{SD}$ ) serów kozich twarogowych po produkcji.

| Próba | pH              | $^{\circ}\text{SH}$ | ORP               |
|-------|-----------------|---------------------|-------------------|
| Z     | 4,15 $\pm$ 0,00 | 82,00 $\pm$ 1,00    | 462,00 $\pm$ 0,90 |
| B1    | 3,84 $\pm$ 0,00 | 101,0 $\pm$ 1,00    | 446,50 $\pm$ 0,70 |

Z- ser kozi twarogowy zakładowy, B1 - ser kozi twarogowy B1

**Tabela 95.** Podstawowy skład serów kozich twarogowych po produkcji.

| Parametr [%] | Z                | B1               |
|--------------|------------------|------------------|
| Woda         | 66,05 $\pm$ 0,15 | 68,95 $\pm$ 0,15 |
| Białko       | 14,25 $\pm$ 0,05 | 13,10 $\pm$ 0,20 |
| Tłuszcz      | -                | -                |
| NaCl         | <0,5             | <0,5             |
| Fosfor       | 0,43 $\pm$ 0,00  | 0,41 $\pm$ 0,00  |

Z- ser kozi twarogowy zakładowy, B1 - ser kozi twarogowy B1

**Tabela 96.** Parametry barwy serów kozich twarogowych (n=15) po produkcji.

| Próba | L                | a               | b               |
|-------|------------------|-----------------|-----------------|
| Z     | 92,53 $\pm$ 0,59 | 3,17 $\pm$ 0,20 | 3,66 $\pm$ 0,25 |
| B1    | 92,41 $\pm$ 0,29 | 2,42 $\pm$ 0,25 | 3,68 $\pm$ 0,36 |

Z- ser kozi twarogowy zakładowy, B1 - ser kozi twarogowy B1

### Ocena mikrobiologiczna

W tabeli 97 umieszczono wyniki oceny jakości mikrobiologicznej serów twarogowych wyprodukowanych w ekologicznym gospodarstwie Koziołek Jurajski. Produkty otrzymano w wyniku koagulacji kwasowej mleka koziego z użyciem szczepu badawczego *L. brevis* B1. Zaplanowano też próbę kontrolną twarogu (Z).

**Tabela 97.** Obecność i średnia liczba wybranych mikroorganizmów w twarogach po produkcji.

| Próba     | Liczba komórek bakterii |                       |                       |     | Obecność komórek bakterii |      |
|-----------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----|---------------------------|------|
|           | LAB                     | ENT                   | Y&M                   | STA | SALM                      | LIST |
| <b>Z</b>  | 1,40 x 10 <sup>8</sup>  | <1                    | 2,0 x 10 <sup>7</sup> | <1  | nb                        | nb   |
| <b>B1</b> | 1,58 x 10 <sup>9</sup>  | 9,0 x 10 <sup>2</sup> | 7,0 x 10 <sup>6</sup> | <1  | nb                        | nb   |

Objaśnienia: LAB – ogólna liczba bakterii fermentacji mlekowej; ENT – liczba bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*; Y&M – ogólna liczba drożdży i pleśni; STA – liczba bakterii *Staphylococcus aureus*; SALM – obecność bakterii *Salmonella* sp.; LIST – obecność bakterii *Listeriamonocytogenes*. nb – nieobecne; \* - obecność bakterii 25g produktu; n=3.

Liczba bakterii fermentacji mlekowej w próbie badawczej B1 była o jeden rząd logarytmiczny wyższa od próby kontrolnej i wynosiła 1,58 x 10<sup>9</sup>jtk/g twarogu. W próbie kontrolnej nie zaobserwowano wzrostu bakterii należących do rodziny *Enterobacteriaceae*, natomiast w próbie badawczej B1 liczba ta wynosiła średnio 9,0 x 10<sup>2</sup>jtk/g. Ogólna liczba drożdży i pleśni utrzymywała się w próbie kontrolnej średnio na poziomie 10<sup>7</sup>jtk/g twarogu, natomiast w próbie B1 była o jeden rząd logarytmiczny niższa. Nie zaobserwowano obecności bakterii *Salmonella* sp., *L. monocytogenes* oraz wzrostu *S. aureus*.

W tabeli 98 umieszczono wyniki pomiarów aktywności wody serów twarogowych po produkcji. Produkty otrzymano w wyniku koagulacji kwasowej mleka koziego z użyciem szczepów badawczych *L. brevis* B1, *L.plantarum* Os2. Zaplanowano też próbę kontrolną twarogu z użyciem zakładowych szczepów bakterii (Z).

**Tabela 98.** Średnia wartość aktywności wody ( $a_w$ ) w twarogach po produkcji (mleko kozie), n=3.

| Rodzaj produktu               | Próba      | $a_w$       |
|-------------------------------|------------|-------------|
| Ser twarogowy z mleka koziego | <b>Z</b>   | 0,98 ± 0,00 |
|                               | <b>B1</b>  | 0,97 ± 0,00 |
|                               | <b>Os2</b> | 0,98 ± 0,00 |

Najniższą aktywność wody (0.97 jednostek) stwierdzono w próbie badawczej wyprodukowanej z użyciem szczepu B1. Natomiast w próbie badawczej Os2 i w próbie kontrolnej  $a_w$  utrzymywała się na poziomie 0,98 jednostek. Różnice w aktywności wody były niewielkie i charakterystyczne dla tego rodzaju produktów.

## Część III (Podsumowanie i wnioski)

### Podsumowanie

Sery twarogowe, a w szczególności twarogi kwasowe są charakterystyczne dla asortymentu wyrobów mleczarskich w krajach Europy Środkowej i Wschodniej. Sery twarogowe w żywieniu człowieka są źródłem pełnowartościowego białka, lekkostrawnego tłuszczu, witamin z grupy B oraz wielu składników mineralnych i substancji bioaktywnych. Do produkcji twarogu kwasowego konieczne są tylko dwa składniki: mleko i kultury starterowe bakterii. Wielu autorów twierdzi również, że na ostateczną teksturę twarogu wpływ wywiera rodzaj kultury starterowej. Zwiększające się zakwaszenie środowiska będące wynikiem aktywności metabolicznej kultur starterowych powoduje kurczenie się skrzepu, lokalne naprężenia i uwalnianie serwatki w rezultacie zwiększenie twardości twarogu. Bakterie fermentacji mlekowej (LAB) są wykorzystywane w procesach biotechnologicznych takich jak produkcja serów, niektórych gatunków wina, kiszonek roślinnych, fermentacja zakwasów chlebowych, mięsa, wędlin, nasion roślin strączkowych, oliwek, kawy i innych produktów. Badania miały na celu charakterystykę właściwości funkcjonalnych dzikich szczepów LAB z rodzajów *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc* i *Pediococcus*, a także zweryfikowanie możliwości ich wykorzystania w produkcji twarogów ekologicznych. Przynależność taksonomiczną szczepów LAB określono technikami genetycznymi. Szczepy poddano analizie biochemicznej (katabolizm cukrów, wytwarzanie związków zapachowych, potencjał enzymatyczny, szybkość wzrostu i zakwaszania, oporność na bakteriofagi). Wyniki pozwoliły stwierdzić istotne różnice w fenotypach badanych szczepów i ich bioróżnorodność. Wybrane szczepy z rodzajów *Lactococcus* i *Leuconostoc* miały najlepszy potencjał cech połączonych w kulturze startowej przeznaczonej do produkcji twarogów.

W pierwszym etapie pracy określono wpływ szeregu bakterii kwasu mlekowego wyizolowanych ze środowiska (sery regionalne: bundz i oscypek, kiszone ogórki i kapusta, serwatka kwasowa) oraz szczepów referencyjnych (szczep bakterii probiotycznych *Lactobacillus rhamnosus* ŁOCK0900 i typowa kultura starterowa używana w mleczarstwie *Lactococcus cremoris* ATCC 19257) na wybrane cechy jakościowe modelowego zsiadłego mleka krowiego poprzez zakwaszenie środowiska i koagulację białek. Koagulacja kwasowa, której końcowym efektem jest powstawanie twarogów i twarożków, jest spowodowana fermentacją mlekową. W procesie tym dodane do mleka kultury bakterii wykorzystują do



swej aktywności cukier mleka, laktozę. Jako produkt końcowy fermentacji powstaje kwas mlekowy, powodujący obniżenie kwasowości do punktu izoelektrycznego kazeiny (pH 4,6). Przy tej wartości pH następuje zobojętnienie ujemnego ładunku elektrycznego miceli kazeinowych. Prowadzi to do utraty ochronnego płaszcza warstw wody wokół miceli kazeinowych, gdyż nie ma efektu odpychania się jednoimiennych ładunków elektrycznych. Dodatkowo, duże micle kazeinowe rozpadają się na mniejsze fragmenty (podjednostki), gdyż wapń, główny czynnik utrzymujący podjednostki w skupieniu micelarnym, w powstałym środowisku kwaśnym, uwalnia się w postaci jonów z połączeń fosforanowo-serynowych. Uwolniony wapń jonowy przechodzi do serwatki, a podjednostki miceli kazeinowych łączą się ze sobą wiązaniami poprzecznymi, powodując wytworzenie żelu (ścięcie się mleka).

Poszczególne szczepy bakterii kwasu mlekowego wprowadzono do mleka krowiego pasteryzowanego w liczbie  $10^7$  jtk/ml i inkubowano 72h w temperaturze  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ . Po inkubacji próbki poddano ocenie sensorycznej. Wstępne badania pozwoliły na wytypowanie czterech szczepów bakterii, które zastosowano w modelowej produkcji serów twarogowych i kwasowo podpuszczkowych: szczep B1, szczep Os2, szczep Os8, szczep O12.

Stwierdzono, że należy wydłużyć czas inkubacji lub podwyższyć temperaturę fermentacji. Poszukiwano takich szczepów bakterii kwasu mlekowego, które poprzez aktywność enzymatyczną (lipaz, proteaz i peptydaz) i zdolność fermentacji laktozy do kwasu mlekowego w mleku krowim i kozim, będą miały pozytywny wpływ na jakość sensoryczną i technologiczną przy produkcji serów twarogowych i kwasowo-podpuszczkowych. W tym celu wytworzono 10 modelowych próbek fermentowanego mleka. Po dalszych badaniach modelowych do produkcji twarogu jako kultury startowe wybrano dwa szczepy: ***Levilactobacillus brevis* - B1, *Lactiplantibacillus plantarum* - Os2.**

Szczep *Levilactobacillus* (poprzednio *Lactobacillus*) *brevis* B1 wyizolowano z regionalnego sera typu bundz. W wyniku oceny fenotypowej dowiedziono, że bakterie te to katalazoujemne, Gram-dodatnie pałeczki, na podstawie czego wnioskowano, że szczep należy do rodzaju *Lactobacillus*. Identyfikacja genotypowa na podstawie sekwencjonowania 16S rDNA dowiodła, że szczep należy do gatunku *L. brevis*. Są to bakterie heterofermentatywne, prowadzące fermentację następujących cukrów: L-arabinoza, D-ryboza, D-ksyloza, D-glukoza, D-fruktoza, D- Maltoza, D-Melibioza, Glukonian potasu, 5-Cetoglukonian potasu. Bakterie *L. brevis* B1 przeżywają w warunkach symulujących warunki panujące w przewodzie pokarmowym człowieka i są w stanie skolonizować nabłonek jelitowy. Wykazano, że szczep

ten hamuje wzrost bakterii chorobotwórczych z gatunków *Listeria monocytogenes*, a także *Bacillus subtilis*, *E. coli*, *Enterococcus faecium* i *Salmonella enteritidis*. Wykazano także, że może służyć do przedłużenia trwałości żywności, szczególnie pochodzenia zwierzęcego. Szczep i jego właściwości są chronione (Patent nr: P.426002/ UP RP: Zielińska D., Ołdak A., Łepecka A., Kołożyn-Krajewska D. 2020 r.: Nowy szczep bakterii *Lactobacillus brevis* i zastosowanie nowego szczepu bakterii *Lactobacillus brevis*).

Szczep *Lactiplantibacillus* (poprzednio *Lactobacillus*) *plantarum* Os2 wyizolowano z regionalnego sera typu oscypek. W wyniku oceny fenotypowej dowiedziono, że bakterie te to katalazoujemne, Gram-dodatnie pałeczki, na podstawie czego wnioskowano, że szczepy należą do rodzaju *Lactobacillus*. Identyfikacja genotypowa na podstawie sekwencjonowania 16S rDNA dowiodła, że szczep należy do gatunku *L. plantarum* Os2. Są to bakterie heterofermentatywne, prowadzące fermentację różnych cukrów. Wykazują bardzo silną aktywność antagonistyczną względem *Listeria monocytogenes*, oraz silną względem *Bacillus subtilis*, *E. coli*, *Enterococcus faecium*, *Salmonella enteritidis* i *S.aureus*. Szczegółowe właściwości badanego szczepu opublikowano w czasopismach naukowych o międzynarodowym zasięgu.

Cechy jakościowe oraz trwałość badanych twarogów wyprodukowanych w warunkach przemysłowych zależą od wielu czynników, tj. od jakości mleka, przebiegu procesu technologicznego, a także warunków przechowywania. Na podstawie wyników przeprowadzonych badań potwierdzono, że mleko stanowiące surowiec do wyrobu serów twarogowych charakteryzowało się dobrymi cechami fizykochemicznymi tekstury i zakwaszania podczas procesu technologicznego produkcji twarogów kwasowych i kwasowo podpuszczkowych. Istotnym aspektem, który był badany na tym etapie to wpływ szczepów bakterii kwasu mlekowego na cechy sensoryczne (smak, zapach) i pożądalność sensoryczną wybranych wyróżników jakości modelowego zsiadłego mleka (konsystencja, barwa, pH) a następnie twarogu oraz zmiany we właściwościach podstawowych składników białka i tłuszczu. Cechą istotnie różnicującą sery twarogowe była ich twardość i smakowitość w ocenie sensorycznej oraz pozytywne zmiany podczas przechowywania. Na wynik pomiaru twardości wpływa zwięzłość skrzepu, rozmieszczenie wody w skrzepie oraz jednorodność próbek doświadczalnych. Proces ten wpływa na ostateczną teksturę twarogu, ponieważ właściwe proporcje pomiędzy ilością wapnia związanego z kazeiną (koloidalnego) i wapnia rozpuszczalnego w fazie wodnej determinują jego podstawową strukturę. Wraz ze

zwiększaniem zawartości białka w twarogach zwiększa się ich twardość, natomiast w przypadku większej ilości wody wartość tego wskaźnika ulega zmniejszeniu.

## Wnioski

1. Zastosowane kultury starterowe w istotny sposób różnicowały sery twarogowe kwasowe pod względem cech sensorycznych, kwasowości, wielkości wycieku serwatki i twardości. Rodzaj kultury starterowej wpływał na zawartość wody i tłuszczu w próbach doświadczalnych.

Stwierdzono, że jakość mikrobiologiczna twarogów otrzymanych z użyciem szczepu B1 była zadowalająca. Nie zaobserwowano obecności bakterii patogennych (*L. monocytogenes*, *S. aureus* i *Salmonella*). Poziom *Enterobacteriaceae* był również niski  $<10^2$  jtk/g. Podobny poziom bezpieczeństwa serów zaobserwowano w przypadku prób kontrolnych, przy czym w czasie 0 i po 7 dniach przechowywania stwierdzono niebezpiecznie wysoką liczebność bakterii *S. aureus*  $>10^4$ , jednak po 14 i 21 dniach nie obserwowano już obecności tych bakterii. Twarogi kontrolne i B1 charakteryzowały się zmienną liczebnością bakterii fermentacji mlekowej oraz drożdży i pleśni. Zaobserwowano, że w czasie przechowywania liczebność tych grup mikroorganizmów zwiększała się.

2. W produkcie kontrolnym  $a_w$  utrzymywała się na poziomie 0,99 jednostek po procesie produkcji, 0,98 po 7 dniach przechowywania, a następnie uległa obniżeniu do wartości 0,96 jednostek po 21 dniach przechowywania. W próbie badawczej B1 wartość  $a_w$  po procesie produkcji również wynosiła średnio 0,99, a następnie lekko się obniżyła i utrzymywała na stałym poziomie do końca okresu przechowywania. Ogólnie wartości aktywności wody były wysokie, charakterystyczne dla tego rodzaju wyrobów mlecznych. W odniesieniu do twarogu kontrolnego oznaczono wyższe wartości sił w pierwszym cyklu ściskania w porównaniu do twarogu do którego zastosowano szczep *L. brevis* B1 w badaniach parametrów tekstury. Również wartości wyrażające gumowatość i żujność w przypadku twarogu kontrolnego były wyższe. Z kolei w przypadku sprężystości, kohezji i adhezji stwierdzono wyższe wartości parametrów w serach z dodatkiem szczepu B1. Badane parametry w obydwu przypadkach przyjmowały wyższe wartości po przechowywaniu produktów.

3. Sery kwasowo-podpuszczkowe przechowywano w warunkach chłodniczych przez 3 miesiące. Liczba bakterii fermentacji mlekowej była na wysokim poziomie. W próbach B1 stwierdzono większą liczbę o ok. 2 rzędy logarytmiczne w porównaniu do prób R. Bezpośrednio po wytworzeniu wartość innych parametrów jakości mikrobiologicznej serów otrzymanych z użyciem szczepu B1 była na granicy akceptowalności. Poziom *Enterobacteriaceae* był wysoki tj. ok.  $10^6$  jtk/g i utrzymywał się na stałym poziomie w ciągu przechowywania chłodniczego. Liczba drożdży i pleśni była w granicach  $10^4$  –  $10^5$  jtk/g. W czasie pierwszego miesiąca przechowywania liczba *S. aureus* zwiększyła się z ok.  $10^4$  jtk/g do ok.  $10^6$  jtk/g. W kolejnych miesiącach przechowywania chłodniczego liczba tego gatunku bakterii zmniejszyła się i po 3 miesiącach była poniżej progu wykrywalności. Nie stwierdzono obecności bakterii patogennych (*L. monocytogenes* i *Salmonella*). Podobną jakość i tendencje zmiany liczby mikroorganizmów zaobserwowano w przypadku prób kontrolnych (R).
4. Aktywność wody w serach kwasowo-podpuszczkowych wyprodukowanych w ODR Radom, bezpośrednio po produkcji wynosiła w próbie B1 średnio 0,995 natomiast w próbie R nieznacznie mniej tj. 0,975. Wartość aktywności wody po 3 miesiącach przechowywania serów zmniejszyła się do 0,960 i 0,947 odpowiednio w próbie B1 i R. Jest to wysoki poziom aktywności wody, charakterystyczny dla tego rodzaju wyrobu, ale nie gwarantujący trwałości mikrobiologicznej produktu i wymaga dodatkowego zabezpieczenia produktu przed ich działaniem. Czynnikiem konserwującym w tych produktach są bakterie kwasu mlekowego, stwierdzone w wysokiej liczbie.
5. Na podstawie przeprowadzonych badań tekstury serów kwasowo-podpuszczkowych stwierdzono, że ser kontrolny (R) charakteryzował się wyższą wartością parametrów twardości 1 i 2, gumowatości i żujności w porównaniu do sera B1 podczas całego okresu przechowywania. Podczas przechowywania produktów wartość adhezyjności wzrastała, natomiast wartości pozostałych parametrów tekstury produktów przechowywanych 2 miesiące malały, a następnie w 3 miesiącu przechowywania nieznacznie wzrastały.

6. Twaróg wyprodukowany poprzez zaszczepienie mleka środowiskową kulturą startową odznaczał się korzystniejszymi cechami sensorycznymi, mniejszym wyciekaniem serwatki, wyższym pH i większą twardością niż prób kontrolnych.
7. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że po produkcji parametry tekstury badanych serów kwasowo-podpuszczkowych wyprodukowanych z mleka krowiego były zbliżone i wzrastały podczas przechowywania produktów. Wyjątkiem jest adhezyjność produktów, która po produkcji przyjmowała najwyższą wartość w przypadku sera z Os2, i najniższą po przechowywaniu, w odróżnieniu od pozostałych produktów. Wśród badanych produktów ser udziałem serwatki charakteryzował się najwyższą wartością twardości 1, sprężystości oraz żuźności. Z kolei wartość kohezyjności produktów z Os2 oraz B1 była zbliżona i utrzymywała się niemal na tym samym poziomie podczas przechowywania produktów, w odróżnieniu od sera z serwatką (próba kontrolna), w przypadku którego podczas przechowywania stwierdzono obniżenie wartości kohezyjności.
8. Wybrane wskaźniki jakości mikrobiologicznej serów kwasowo-podpuszczkowych wyprodukowanych z mleka krowiego wskazują, że liczba bakterii fermentacji mlekowej była na wysokim poziomie ok.  $10^8$  jtk/g i była zbliżona we wszystkich próbach. Liczba bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* była na poziomie ok.  $10^5$  jtk/g bezpośrednio po produkcji oraz po 1 miesiącu dojrzewania. W badanych produktach stwierdzono niską liczbę drożdży i pleśni, która nie przekroczyła rzędu wielkości  $10^4$  jtk/g. Oznaczona liczba bakterii *S. aureus* zwiększyła się o 1 rząd logarytmiczny w próbie B1 i Os2 z ok.  $10^4$  jtk/g do  $10^5$  jtk/g w próbach B1 i Os2. Natomiast sery z serwatką (AW) zawierały mniejszą liczbę *S. aureus* w porównaniu do wartości początkowej. Nie stwierdzono obecności bakterii patogennych (*L. monocytogenes* i *Salmonella*) w żadnej z badanych prób. Poziom amin biogennych był we wszystkich próbach badawczych bardzo zbliżony, a wartości były bardzo niskie.
9. Sery kwasowo-podpuszczkowe wyprodukowane z mleka krowiego charakteryzowały się zbliżoną wartością aktywności wody w granicach 0,953-0,963 bezpośrednio po produkcji. Po miesiącu dojrzewania zaobserwowano zmniejszenie się tego parametru od 0,003 w próbie B1 do 0,023 jednostki w próbie Os2. Wartość aktywności wody jest

stosunkowo wysoka, nie gwarantująca bezpieczeństwa mikrobiologicznego. Czynnikiem utrwalającym są bakterie kwasu mlekowego.

10. Wyniki jakości mikrobiologicznej serów kwasowo-podpuszczkowych wyprodukowanych z mleka koziego. Liczba bakterii fermentacji mlekowej była na wysokim poziomie ok.  $10^7$  jtk/g i była zbliżona w próbach B1 i AW. Nieznacznie więcej LAB zawierały próby serów z dodatkiem szczepu Os2 o przekroczyła  $10^8$  jtk/g. Liczba bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* była w granicach  $10^5$  –  $10^6$  jtk/g bezpośrednio po produkcji i w czasie miesięcznego dojrzewania zmniejszyła się o ok. 1 rząd logarytmiczny. Początkowe zanieczyszczenie drożdżami i pleśniami serów kozich było niskie ok.  $10^3$  jtk/g i zwiększyło się po miesięcznym dojrzewaniu. Zaobserwowano zmniejszenie liczby bakterii *S. aureus* w porównaniu do wartości początkowej z poziomu ok.  $10^5$  jtk do  $10^3$  jtk/g. Nie stwierdzono obecności bakterii patogennych (*L. monocytogenes* i *Salmonella*) w żadnej z badanych prób.
11. Przechowywanie serów twarogowych w warunkach chłodniczych (5 - 8°C) wiązało się z przyrostem ich kwasowości, obniżeniem pH i aktywności wody, wzrostem zawartości tłuszczu, a zmniejszeniem zawartości wody oraz zwiększeniem ich twardości. Analiza składu kwasów tłuszczowych podczas przechowywania wykazała zwiększenie poziomu wielonienasyconych kwasów, szczególnie C 18. Ponadto stwierdzono znaczny spadek cholesterolu podczas trzytygodniowego przechowywania twarogu kwasowego ze środowiskowymi bakteriami *Levilactobacillus brevis* - B1. Ogólnie można sądzić, że zmiany jakości przechowalniczej wolniej zachodzą z wykorzystaniem bakterii środowiskowych w porównaniu do obecnie stosowanych drobnoustrojów przemysłowych.

Podsumowując otrzymane wyniki badań należy stwierdzić, że prowadzone technologie produkcji twarogu kwasowego i kwasowo - podpuszczkowego z wykorzystaniem lokalnych środowiskowych kultur bakterii są zgodne z obecnymi trendami rozwoju żywności fermentowanej i żywienia człowieka i powinny być kontynuowane, szczególnie w przetwórstwie ekologicznym żywności. Badania naukowe wykazały, że codzienne wzbogacenie diety w  $10^6$ - $10^9$  komórek bakterii kwasu mlekowego o odpowiednich właściwościach już po kilku tygodniach może spowodować wzrost liczby naturalnych

komórek bójczych w surowicy krwi, zwiększyć aktywność makrofagów i limfocytów. Pojawiły się również informacje dokumentujące, że immunomodulacyjne działanie bakterii kwasu mlekowego może dodatkowo zmniejszać reakcje uczuleniowe u ludzi.

## Część IV (Literatura i publikacje)

### Literatura wykorzystana w opracowaniu sprawozdania

1. Bohdziewicz K.: Twaróg – pierwszy świeży ser świata. *Przegl. Mlecz.*, 2009, 2, 4-8.
2. Bohdziewicz K.: Technologiczne uwarunkowania wzbogacania twarogu w wapń. Materiały: XLIII Sesja Naukowa Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu PAN „Żywność dla przyszłości”. Polska Akademia Nauk, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Polskie Towarzystwo Technologów Żywności. Wrocław 4-5.07.2017: 128.
3. Bohdziewicz K.: Wpływ transglutaminazy na proces produkcji, wydatek oraz jakość twarogów. *Przegl. Mlecz.*, 2010, 2, 4-9.
4. Bonczar G., Walczycka M.: Zależności między parametrami chemicznymi a teksturą świeżej i parzonej masy serowej z mleka owczego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, 3 (28), 24-31.
5. Bonczar G., Wszolek M., Walczycka M., Żebrowska A., Maciejowski K.: Wpływ wybranych czynników na aktywność wody i jakość mikrobiologiczną miękkich serów z mleka owczego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, 3 (76), 98-108.
6. Borowski J.: Analiza sensoryczna w zapewnieniu i kontroli jakości wyrobów mleczarskich oraz okresu ich przydatności do spożycia. *Przegl. Mlecz.*, 2006, 6, 177-179.
7. Candioti M.C., Hynes E., Quiberoni A., Palma S.B., Sabbag N., Zalazar C.A.: Reggianito Argentino cheese: Influence of *Lactobacillus helveticus* strains isolated from natural whey cultures on cheese making and ripening processes. *Int. Dairy J.*, 2002, 12 (11), 923-931.
8. Caplice F., Fitzgerald G.F.: Food fermentations: Role of microorganisms in food production and preservation. *Int. J. Food Microbiol.*, 1999, 50, 131-149.
9. Dmytrów I., Kryża K., Dmytrów K., Lisiecki S.: Wpływ opakowania na wybrane cechy jakościowe sera twarogowego kwasowego przechowywanego w warunkach chłodniczych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, 1 (50), 64-76.
10. Dmytrów I., Mituniewicz-Malek A., Dmytrów K.: Fizykochemiczne i sensoryczne cechy sera twarogowego kwasowego wyprodukowanego z mleka koziego oraz



- mieszaniny mleka koziego i krowiego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, 2 (69), 46-61.
11. Dmytrów I., Mituniewicz-Małek A., Dmytrów K.: Ocena wybranych wyróżników jakości serków twarogowych kwasowo-podpuszczkowych dostępnych w handlu detalicznym. *Chłodnictwo*, 2009, 44, 66-73.
  12. Dmytrów I.: Wpływ probiotycznych bakterii kwasu mlekowego na stabilność przechowalniczą kwasowych serów twarogowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2015, 5 (102), 49-60.
  13. Dolatowski Z., Stasiak D.: Wpływ mechanizacji tradycyjnej linii do produkcji twarogu na jego parametry tekstury, *Zeszyty Naukowe Politechniki Opolskiej, Mechanika*, 2000, 60, 451-476.
  14. Fekadu B., Soryal K., Zeng S., Van Hekken D., Bah B., Villaquiran M.: Changes in goat milk composition during lactation and their effect on yield and quality of hard and semi-hard cheeses. *Small Ruminant Res.*, 2005, 95 (1), 55-63.
  15. Fritzen-Freire C.B., Muller C.M.O., Laurindo J.B., Prudencio E.S.: The influence of *Bifidobacterium* Bb-12 and lactic acid incorporation on the properties of Minas Frescal cheese. *J. Food Eng.*, 2010, 96, 621-627.
  16. Gibson G.R., Robertfroid M.B.: Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *J. Nutrition*, 1995, 124, 1401-1412.
  17. Instrukcja technologiczna CZSM 342/88. Sery twarogowe niedojrzewające. Warszawa 1988.
  18. Klewicka E., Lipinska L. 2016. Aktywność przeciwgrzybowa bakterii fermentacji mlekowej z rodzaju *Lactobacillus*. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1 (104), 17 – 31.
  19. Kornacki K., Maciejska A., Kłębukowska L.: Modyfikacja szczepionek do produkcji niedojrzewających serów twarogowych. *Prz. Mlecz.*, 1999, 6, 184-185.
  20. Kornacki K., Kłębukowska L., Pruszyńska M.: Wpływ rodzaju szczepionek bakterii fermentacji mlekowej na jakość mikrobiologiczną twarogów. *Mat. VIII Sesji Nauk. „Postęp w technologii, technice i organizacji mleczarstwa”*. Olsztyn 21-22.02.2002: 375-383.
  21. Litwińczuk A., Barłowska J., Król J., Nowakowska J., Topyła B.: Jakość serów twarogowych dostępnych w sieci detalicznej Kielc i Lublina. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, 4 (37) Supl., 251-258.

22. Mazur J.: Zmiany tekstury w trakcie przechowywania w różnych warunkach serów twarogowych kwasowych otrzymanych metodą tradycyjną. *Inżynieria Rolnicza*, 2009, 2 (111), 99-106.
23. Qinglong Wu., Christine K.W. Cheung, Nagendra P. S.: Towards galactose accumulation in dairy foods fermented by conventional starter cultures: Challenges and strategies. *Trends in Food Science & Technology*, 2015, 41, 24-36
24. Pluta A., Wnuk B., Ziarno M., Berthold A.: Wpływ systemu pakowania twarogu na jego jakość. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, 4 (37), 330-340.
25. Reps A., Wiśniewska K., Bohdziewicz K.: Sery podpuszczkowe, twarogowe i topione. W: *Produkty mleczne. Technologia i rola w żywieniu człowieka*. Red. J. Gawęcki, J. Pikul. Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, 2018, s. 135-142.
26. Rozporządzenie (WE) NR 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego. *Dz.U. L 139 z 30.4.2004*.
27. Siemianowski K.J., Szpendowski J., Bohdziewicz K.: Znaczenie pakowania oraz warunków przechowywania i dystrybucji w przedłużaniu trwałości twarogów kwasowych. *Chłodnictwo*, 2012, 9, 38-41.
28. Siemianowski K., Szpendowski J., Bohdziewicz K., Kołakowski P., Pawlikowska K., Żylińska J., Bardowski J.K.: Wpływ zawartości suchej masy w mleku na skład oraz cechy sensoryczne twarogu kwasowego. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech.* 2013, 302 (25): 113-123.
29. Szpendowski J., Śmietana Z., Płodzień T., Lewandowski K., Owczarzak A., Buczma E.: *Technologia serów twarogowych o podwyższonej wartości odżywczej*. *Prz. Mlecz.*, 2007, 1, 4-9.
30. Stasiak D., Dolatowski Z., Wasąg Z. 2001. Zmiany tekstury twarogu podczas przechowywania, *Inżynieria Rolnicza* 2, AR Lublin, s. 355-361.
31. Surówka K.: *Tekstura żywności i metody jej badania*. *Przemysł Spożywczy*, 2002, 10, 12-17.
32. Śmietana Z., Szpendowski J., Bohdziewicz K., Świgoń J.: *Ogólne zasady produkcji twarogu i serków twarogowych. Część I - Metoda tradycyjna*. *Prz. Mlecz.*, 1994, 1, 7-9.

33. Śmietana Z., Szpendowski J., Bohdziewicz K., Świgoń J.: Ogólne zasady produkcji twarogu i serków twarogowych. Część II - Ze wszystkich białek mleka. Prz. Mlecz., 1994, 2, 41-43.
34. Śmietana Z., Szpendowski J., Bohdziewicz K.: Charakterystyka tradycyjnego, polskiego twarogu otrzymywanego według własnej nowoczesnej techniki i technologii. Badania Naukowe. Przegląd osiągnięć. Wyd. UWM, Olsztyn, 2003, 125-128.
35. Tylman W.M., Rzeszutko I.M., Dąbrowska G.: Mikrobiom człowieka i jego znaczenie. Edukacja Biologiczna i Środowiskowa, 3/2016.
36. Ziājka S. 1997. Mleczarstwo. Zagadnienia wybrane. TII, Wydawnictwo AR-T. Olsztyn.
37. Żylińska J., Siemianowski K., Bohdziewicz K., Pawlikowska K., Kołakowski P., Szpendowski J., Bardowski J.: Kultury starterowe do produkcji twarogów kwasowych - rola i oczekiwania. Post. Mikrobiol., 2014, 53 (3): 288-298.
38. Ying N., Feijun L., Qinlu L.: Dietary nutrition and gut microflora: A promising target for treating diseases. Trends in Food Science & Technology, 2018, 75(5), 72-80.
39. Law B.A., Tamime A.Y.(ed.) 2010: Technology of cheesemaking. Blackwell Publishing Ltd. Oxford. Second Edition.
40. Ołdak A., Zielińska D., Rzepkowska A., Kołożyn-Krajewska D.: Comparison of Antibacterial Activity of Lactobacillus plantarum Strains Isolated from Two Different Kinds of Regional Cheeses from Poland: Oscypek and Korycinski Cheese. BioMed Research International, Volume 2017, Article ID 6820369, <https://doi.org/10.1155/2017/6820369>
41. Ołdak, A., Zielińska, D., Łepecka, A., Długosz, E., Kołożyn-Krajewska, D. (2019). Lactobacillus plantarum strains isolated from polish regional cheeses exhibit anti-staphylococcal activity and selected probiotic properties. Probiotics and antimicrobial proteins, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s12602-019-09587-w>;

#### **Publikacje z badań ekologicznych 2016 – 2020**

1. Karwowska M., Dolatowski Z.J. (2017). Effect of acid whey and freeze-dried cranberries on lipid oxidation and fatty acid composition of nitrite-/nitrate free

fermented sausage made from deer meat. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30, 1,85-93.

2. Neffe-Skocinska K., Okoń A., Kolozyn-Krajewska D., Dolatowski Z.J. (2017). Amino acid profile and sensory characteristics of dry fermented pork loins produced with a mixture of probiotic starter cultures. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97, 9, 2953-2960.
3. Okoń A., Stadnik J., Dolatowski Z.J. (2017). Effect of probiotic bacteria on antiradical activity of peptides isolated from dry-cured loins. *Food Science & Technology*, 15, 3, 382-390.
4. Okoń A., Szymański P., Dolatowski Z.J. (2019). Wpływ serwatki kwasowej na stabilność barwy i jakość fizykochemiczną ekologicznych fermentowanych kiełbas. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, (w druku).
5. Wójciak K., Kęska P., Okoń A., Solska E., Libera J., Dolatowski Z.J. (2018). The influence of acid whey on the antioxidant peptides generated to reduce oxidation and improve colour stability in uncured roasted beef. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(10), 3728-3734.

### **Akty prawne (wybrane) dotyczące rolnictwa ekologicznego**

#### **Przepisy krajowe:**

- Ustawa z dnia 25 czerwca 2009 r. o rolnictwie ekologicznym (Dz. U. 09. Nr 116, poz. 975)
- Ustawa z dnia 5 grudnia 2014 r. o zmianie ustawy o rolnictwie ekologicznym (Dz. U. z 2015 r., poz. 55)
- Ustawa z dnia 25 czerwca 2009 r. o rolnictwie ekologicznym - tekst jednolity
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 2 marca 2010 r. w sprawie jednostek organizacyjnych oceniających i potwierdzających zgodność środków do produkcji ekologicznej z wymaganiami określonymi w przepisach dotyczących rolnictwa ekologicznego oraz prowadzących wykaz tych środków (Dz.U. Nr 54, poz. 326)
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 marca 2010 r. w sprawie niektórych warunków produkcji ekologicznej (Dz.U. Nr 56, poz. 348)

- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 kwietnia 2015 r. w sprawie danych dotyczących wyników przeprowadzonych analiz (Dz. U. z 2015r. poz. 676)
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 26 maja 2015 r. w sprawie ogólnych odstępstw od warunków produkcji ekologicznej (Dz. U. z 2015 r. poz. 799)
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 26 maja 2015 r. w sprawie laboratoriów urzędowych i referencyjnych oraz zakresu analiz wykonywanych przez te laboratoria (Dz. U. z 2015 r., poz. 795)

#### **Przepisy unijne:**

- Rozporządzenie Rady nr 834/2007 (tekst pierwotny) z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych (Dz.Urz. L 189 z 20.07.2007 r., s.1)
- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1129/2011 z dnia 11 listopada 2011 r. zmieniające załącznik II do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008 poprzez ustanowienie unijnego wykazu dodatków do żywności (Dz. Urz. UE L 295/1).
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) Nr 1333/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie dodatków do żywności (Dz. Urz. UE L 295/1).

#### **Rozporządzenia zmieniające:**

- Sprostowanie do rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylające rozporządzenie (EWG) nr 2092/91
- Rozporządzenie Rady (WE) nr 967/2008 z dnia 29 września 2008 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych
- Sprostowanie do rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylającego rozporządzenie (EWG) nr 2092/91 ( Dz.U. L 189 z 20.7.2007 )
- Rozporządzenie Komisji (WE) nr 889/2008 (tekst pierwotny) z dnia 5 września 2008 r. ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w

sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych w odniesieniu do produkcji ekologicznej, znakowania i kontroli

- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 271/2010 z dnia 24 marca 2010 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 889/2008 ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w odniesieniu do unijnego logo produkcji ekologicznej
- Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 505/2012 z dnia 14 czerwca 2012 r. zmieniające i poprawiające rozporządzenie (WE) nr 889/2008 ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych w odniesieniu do produkcji ekologicznej, znakowania i kontroli
- Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 392/2013 z dnia 29 kwietnia 2013 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 889/2008 w odniesieniu do systemu kontroli produkcji ekologicznej

## **Część V (Poradnik)**

### **PORADNIK**

#### **Podstawowych zasad higieny i procesu technologicznego ekologicznych serów twarogowych**

Przewodnik został przygotowany przez: Prof. dr hab. inż. Zbigniewa Dolatowskiego dr inż. Piotra Szymańskiego i dr inż. Annę Okoń - IBPRS

#### **1. Wstęp**

Przedstawiamy w poradniku podstawowe zasady funkcjonowania małych serowni w odniesieniu do zapewnienia odpowiedniego poziomu higieny w zakładzie oraz bezpieczeństwa zdrowotnego produktu finalnego jakim są różne gatunki serów wytwarzanych metodami tradycyjnymi. Naszym celem było pokazanie praktycznych rozwiązań dotyczących realizowania dobrej praktyki higienicznej (GHP) i dobrej praktyki produkcyjnej (GMP) oraz systemu HACCP. Celem poradnika jest przedstawienie w możliwie prosty i praktyczny sposób wymogów i obowiązków określonych w regulacjach prawnych Polski i Unii Europejskiej. Naszym celem było również przybliżenie zasad prowadzenia niezbędnej dokumentacji w małym zakładzie. Pragniemy pokazać, że zapanowanie nad jakością i bezpieczeństwem produktu nie wymaga, jak się przyjęło uważać, ciągłego wypełniania ton dokumentów. Nasze obserwacje wynikają też z wymiany doświadczeń z partnerami z krajów takich jak Francja i Włochy, gdzie produkcja serów na małą skalę jest bardzo popularna i odbywa się z poszanowaniem zasad elastyczności i adekwatności.

Zaleca się, aby użytkownicy poradnika sięgali również po inne opracowania przygotowane pod kątem małych serowni tradycyjnych.

#### **Wymagania podstawowe od producentów serów twarogowych wytwarzanych metodą tradycyjną**

##### **Podstawowe elementy prawa żywnościowego**

Główne regulacje prawne odnoszące się bezpośrednio do producentów żywności oraz przedstawicieli urzędowej kontroli żywności to:

- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady Nr 178/2002 z dnia 28 stycznia 2002 r. ustalającego ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, ustanawiające Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiające procedury w sprawie bezpieczeństwa żywnościowego,
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady Nr 852/2004 z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych,
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady Nr 853/2004 z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego,
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady Nr 882/2004 z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie kontroli urzędowych przeprowadzanych w celu sprawdzenia zgodności z prawem paszowym i żywnościowym oraz regułami dotyczącymi zdrowia zwierząt i dobrostanu zwierząt,
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady Nr 854/2004 z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące organizacji urzędowych kontroli w odniesieniu do produktów pochodzenia zwierzęcego przeznaczonych do spożycia przez ludzi,
- Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 o bezpieczeństwie żywności i żywienia,
- Rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007r w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylające rozporządzenie (EWG) nr 2092/91

Regulacje te nakładają na wszystkich tzw. „operatorów żywności” tj. osoby i podmioty działające w jakikolwiek sposób w obszarze żywności (produkcja, obrót, transport, przechowywanie) obowiązek wzięcia na siebie odpowiedzialności (wraz ze wszystkimi konsekwencjami) za bezpieczeństwo zdrowotne produkowanych, przechowywanych lub sprzedawanych wyrobów spożywczych. Zgodnie z przepisami to producent jest odpowiedzialny za bezpieczeństwo żywności, którą produkuje, przetwarza czy wprowadza do obrotu. Brak odpowiednich warunków higienicznych i sanitarnych lub właściwego oznakowania żywności, i w związku z tym żywność ta nie spełnia wymagań



prawa żywnościowego lub może stanowić zagrożenie dla życia lub zdrowia konsumenta, producent odpowiada i ponosi konsekwencje prawne. Zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego żywności i właściwe nim zarządzanie jest obecnie nie tylko wymogiem prawnym, lecz także potrzebą chwili, gdyż konsumenci domagają się bezpiecznej i dobrej jakościowo żywności.

Przez bezpieczeństwo żywności rozumie się wszystkie działania i uwarunkowania techniczno-organizacyjne podejmowane na wszystkich etapach produkcji i przetwórstwa żywności w celu zapewnienia zdrowia konsumenta. Spożycie produktów wyprodukowanych przez producenta, nie spowoduje zatrucia pokarmowego, ani nie będzie miało innego negatywnego wpływu na zdrowie konsumenta. Produkty bezpieczne to produkty nie zepsute i nie szkodzące konsumentowi wyprodukowane z odpowiednich surowców w warunkach higienicznych. W przypadku, gdy okaże się, że wyprodukowana żywność, która jest potencjalnie niebezpieczna, została wprowadzona do obrotu należy:

- poinformować o tym fakcie właściwego terenowo państwowego powiatowego lub granicznego inspektora sanitarnego,
- podjąć kroki w celu jej wycofania z obrotu i od konsumenta,
- zidentyfikować przyczynę i podjąć działania naprawcze, aby taka sytuacja się nie powtórzyła.

Pełne bezpieczeństwo zdrowotne żywności można osiągnąć poprzez prawidłową realizację zasad Dobrej Praktyki Higienicznej – GHP (ang. *Good Hygienic Practice*), Dobrej Praktyki Produkcyjnej – GMP (ang. *Good Manufacturing Practice*) oraz wdrożenia Systemu Analizy Zagrożeń i Krytycznych Punktów Kontroli – HACCP (ang. Hazard Analysis and Critical Control Point).

## **GHP i GMP**

Zasady Dobrej Praktyki Higienicznej — GHP oraz Dobrej Praktyki Produkcyjnej — GMP są w każdym zakładzie związanym z produkcją żywności podstawową bazą wyjściową do zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności i wdrażania systemu HACCP. Zwane są one często programami warunków wstępnych, a więc tych, które powinny być zrealizowane zanim sięgnie się po bardziej rozbudowane systemy zarządzania bezpieczeństwem żywności.

Dobra Praktyka Higieniczna. Działania i zasady, które wiążą się z higienicznym postępowaniem przed produkcją, w trakcie i po produkcji żywności. Są określone, spisane

i przestrzegane podczas produkcji w domowej kuchni, w tym również w ramach rolniczego handlu detalicznego. Przestrzeganie ich dotyczy rolnika i domowników biorących udział w produkcji żywności na sprzedaż. Przykładowe aktywności w ramach Dobrej Praktyki Higienicznej dotyczą higieny osób wytwarzających żywność, stanu ich zdrowia i szkoleń, procesów mycia i dezynfekcji, kontroli obecności szkodników, usuwania odpadków, etc. GHP obejmuje szereg obszarów odnoszących się do całej infrastruktury zakładowej, w której odbywa się proces produkcji serów.

Dobra Praktyka Produkcyjna. Działania związane z produkcją bezpiecznych produktów. To ustalenie, spisanie i przestrzeganie zasad produkcji przez wszystkie osoby wytwarzające żywność w małych i dużych ilościach tj. rolnika i zaangażowanych w produkcję domowników, małe zakłady przetwórcze. Przykładowe działania z zakresu Dobrej Praktyki Produkcyjnej dotyczą metod produkcji, sposobu magazynowania surowców i wyrobów gotowych, znakowania produktów, organizacji sprzedaży, itp.

Zasady GHP/GMP były zawsze wymagane prawem co znajdowało swój wyraz w licznych krajowych regulacjach prawnych na przestrzeni ostatnich lat.

### **Podstawowe zasady higieny**

Higiena żywności to nie tylko zachowanie czystości i porządku przy produkcji serów. Obejmuje ona wszystkie praktyki związane z:

- ochroną żywności przed zanieczyszczeniem bakteriami chorobotwórczymi i niepożądanymi oraz toksynami i ciałami obcymi,
- zabezpieczeniem przed namnażaniem się niepożądanych i szkodliwych bakterii do takich ilości, które mogłyby spowodować odchylenia w stanie zdrowia konsumenta lub wywołać niekorzystne zmiany w żywności,
- eliminacją lub zabiciem szkodliwych i chorobotwórczych drobnoustrojów poprzez prowadzenie odpowiednich zabiegów technologicznych.

Niedbałość w zachowaniu zasad higieny skutkuje najczęściej bardzo poważnymi konsekwencjami. Można je określić jako koszty braku odpowiedniej higieny związane z:

- występowaniem ognisk zatruc pokarmowych i chorobami konsumentów,
- skażeniem lub zanieczyszczeniem żywności i związanymi z tym reklamacjami lub wycofywaniem ich z rynku,
- zwiększeniem ilości wyrobów o niewłaściwej jakości zdrowotnej,

- zwiększeniem ilości odpadów żywnościowych, niebezpieczeństwem ich psucia się i koniecznością ich utylizacji,
- zwiększeniem inwazyjności szkodników,
- sankcjami karnymi wynikającymi z niedostosowania się do wymogów prawa,
- zamykaniem zakładów lub ograniczeniem ich produkcji,
- koniecznością podejmowania dodatkowych działań porządkowych w celu poprawy stanu sanitarno-higienicznego oraz wymianą lub dokupieniem dodatkowego wyposażenia. Nie należy prowadzić prac wymagających kontaktu z żywnością lub płodami rolnymi w przypadku występowania następujących chorób:
- infekcji górnych dróg oddechowych, gardła, nosa, uszu lub oczu,
- zakażenia skóry,
- chorób charakteryzujących się następującymi symptomami – uporczywy kaszel, gorączka, biegunka lub wymioty, katar. Osoby chore na choroby zakaźne lub manifestujące takie objawy powinny być wykluczone z produkcji/ przetwarzania żywności. Wszystkie ww. elementy wymagają dodatkowych nakładów finansowych oraz czasu i pracy ludzkiej. Dlatego też wszyscy producenci żywności powinni przywiązywać ogromną wagę do zachowania odpowiedniego standardu sanitarno-higienicznego w swoim zakładzie. Korzyści wynikające ze stosowania zasad higieny są niepodważalne począwszy od wzrostu liczby klientów /konsumentów i podniesieniu ich satysfakcji do uzyskania dobrej renomy firmy i zwiększenia możliwości jej rozwoju.

## **HACCP**

System HACCP jest prostym, a jednocześnie najbardziej efektywnym i skutecznym systemem ukierunkowanym na zapewnienie bezpieczeństwa żywności. Posiada on charakter prewencyjny. Najistotniejsze elementy systemu HACCP to:

- identyfikacja mogących pojawić się zagrożeń,
- ocena ich istotności,
- oszacowanie ryzyka (prawdopodobieństwa) ich wystąpienia,
- określenie metod ich ograniczenia.

Koncepcja systemu HACCP polega m.in. na tym, że w całym łańcuchu produkcyjnym lub związanym z dystrybucją żywności wszystkie etapy lub czynności, w których mogą wystąpić potencjalne zagrożenia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności, a także ich przyczyny są pod ścisłą kontrolą.

Identyfikowalność (śledzenie pochodzenia produktu) jest to niezbędna wiedza na temat, jakie konkretnie składniki i materiały do kontaktu z żywnością zostały wykorzystane do produkcji wyrobu gotowego. Jest to niezbędne do wycofania niewłaściwych produktów z rynku lub posiadania gwarancji, że do produkcji nie wykorzystano żadnego niewłaściwego składnika/materiału do kontaktu z żywnością.

## **Dokumentacja dotycząca realizacji Zasad Dobrej Praktyki Produkcyjnej – GMP i systemu HACCP**

Zasady Dobrej Praktyki Produkcyjnej – GMP i systemu HACCP odnoszą się do całego procesu produkcji sera z punktu widzenia technologii i obejmują następujące obszary:

- pozyskiwanie mleka w gospodarstwie,
- postępowanie z surowcami i materiałami pomocniczymi,
- proces technologiczny produkcji sera z uwzględnieniem poszczególnych jego etapów,
- magazynowanie wyrobów gotowych,
- transport i dystrybucja wyrobów gotowych.

### **Proces technologiczny**

#### **Pozyskiwanie mleka**

Mleko stosowane do produkcji sera twarogowego z własnego gospodarstwa. Pozyskiwane jest od zwierząt zdrowych, będących pod stałą opieką weterynaryjną, zarejestrowanych i odpowiednio oznakowanych. Stado ma status stada wolnego od chorób takich jak bruceloza, gruźlica, białaczka. W przypadku stwierdzenia występowania w stadzie chorób takich jak bruceloza, gruźlica lub białaczka należy wstrzymać produkcję sera i zastosować się do decyzji wydanej przez PLW określających dalsze postępowanie.

Każda interwencja lekarza weterynarii jest przez niego odnotowana w książce leczenia zwierząt. W przypadku podania zwierzętom środków leczniczych musi być ściśle przestrzegany okres karencji. Mleko pozyskiwane jest dwa razy dziennie. W gospodarstwie prowadzi się udój mechaniczny w pomieszczeniu/miejscu do tego przeznaczonym spełniającym wszystkie wymogi GHP (łatwość prowadzenia procesów mycia i dezynfekcji oraz zachowania higieny osobistej pracownika przeprowadzającego udój). W gospodarstwie udój prowadzi jedna wyznaczona osoba, która wykonując swoje czynności posiada odpowiednią odzież ochronną. Przed każdym przystąpieniem do dojenia całe wymię jest dokładnie oczyszczane za pomocą specjalnego spryskiwacza do strzyków lub nawet

zwykłego spryskiwacza i wycierane do sucha przy pomocy ręczników lub chusteczek (ściereczek) jednorazowych. Mleko zdajane jest do czystych konwi. Mleko jest podane ocenie wizualnej pod względem jakości organoleptycznej oraz cech fizyko-chemicznych. W przypadku stwierdzenia jakichkolwiek odchyłeń jakości, mleko zakwestionowane zostaje uzdatnione (przegotowane) i przeznaczone do skarmiania zwierząt we własnym gospodarstwie. Mleko przed udojem właściwym zdajane jest na tacki oceniane wzrokowo.

Obok przeprowadzania każdorazowo przy każdym udoju oceny wizualnej jakości i czystości mleka, okresowo pobierane są także próbki mleka celem przeprowadzenia badań laboratoryjnych. Próby przewożone są do badań laboratoryjnych do właściwego laboratorium oceny mleka. Badanie powinno mieć charakter urzędowy, dlatego próbkę powinien pobierać inspektor PIW. Ocenę badań można wykonać również w innym laboratorium. Wyniki z przeprowadzonych badań są przetrzymywane w gospodarstwie przez okres co najmniej jednego roku. W przypadku przekroczenia w badanym mleku dozwolonych wartości mikrobiologicznych, jak również w przypadku otrzymania wyniku wskazującego na obecność w mleku antybiotyków lub substancji hamujących natychmiast po otrzymaniu wyniku jest powiadamiany o tym fakcie Powiatowy Lekarz Weterynarii (np. telefonicznie). Następnie, jak najszybciej wycofuje się produkty uzyskane z tego mleka oraz wszczyna się postępowanie wyjaśniające. Prowadzenie oceny jakości mleka jest bardzo ważnym etapem procesu technologicznego i stanowi ważny punkt kontroli, gdyż od jakości mleka zależeć będzie jakość produktu gotowego. W tym momencie podejmujemy decyzję, czy mleko spełnia określone wymagania i nadaje się do dalszego przerobu.

W przypadku stwierdzenia nieprawidłowości tj. przekroczenia ustalonych limitów w odniesieniu do liczby komórek somatycznych lub liczby bakterii w mleku należy przeprowadzić analizę przyczyn (np. brak higieny, zapalenie wymienia) a następnie podjąć działania korygujące polegające na przekazaniu na cele paszowe lub utylizacji mleka od chorej krowy, leczeniu zwierzęcia, dezynfekcji sprzętu. Z uwagi na fakt, że produkty w serowniach farmerskich i rzemieślniczych wytwarzane są zazwyczaj z mleka niepasteryzowanego brak jest możliwości zastosowania działań korygujących polegających na wprowadzeniu wysokiej obróbki termicznej (chyba, że producent przewiduje wykorzystania mleka pasteryzowane w przypadku innych swoich produktów).

W przypadku zauważenia występowania zmian chorobowych u zwierzęcia krowy, konieczne jest prowadzenie odpowiednich zapisów, które powinny zawierać informację o dacie wystąpienia odchylenia, nr kolczyka podejrzanej o chorobę i opis postępowania (np.

wyłączenie z udoju, data upływu okresu karencji dla danego antybiotyku itp.), a także informację, co zrobiono z mlekiem od chorego zwierzęciakrowy (np. wylano w miejscu składowania odpadów).

Należy zwrócić uwagę, że pozostałości antybiotyków i innych leków weterynaryjnych mogą być groźne dla zdrowia, a nawet życia konsumentów. Pozostałości antybiotyków mogą być przyczyną uodparniania się organizmu na działanie antybiotyków, a także mogą zwiększać prawdopodobieństwo wystąpienia reakcji alergicznych ze wstrząsem anafilaktycznym włącznie. Zatem istotnym jest, aby po przebytym leczeniu, mleko pochodzące od leczonej krowy poddawane było badaniu w kierunku antybiotyku z grupy, która została zastosowana podczas leczenia. Często zdarza się bowiem, że pomimo upływu okresu karencji antybiotyk nadal jest wykrywalny w mleku.

### **3.2. Inne surowce i materiały pomocnicze**

Należy opisać w formie krótkiej instrukcji sposób postępowania z mlekiem od momentu udoju do przekazania do produkcji, a także warunki zakupu i specyfikacje pozostałych surowców (podpuszczka, zioła i przyprawy) oraz warunki ich przechowywania. Należy uwzględnić konieczność posiadania atestów zdrowotnych na zakupione dodatki. Niedozwolone jest kupowanie dodatków na bazarach lub od firm nie udostępniających wyników badań swoich produktów.

### **3.3 Podstawy technologii**

Twaróg jest tradycyjnym produktem mleczarskim, który dość łatwo można zrobić w warunkach domowych lub fermowych. Twaróg otrzymuje się poprzez obróbkę skrzepu, powstającego w wyniku ukwaszenia mleka. Podstawą produkcji kwasowych serów twarogowych jest proces koagulacji kazeiny zachodzący w wyniku ukierunkowanej fermentacji pod wpływem bakterii fermentacji mlekowej (LAB) dodawanych do mleka w postaci kultur startowych lub zakwasu przygotowanego podczas produkcji przetwórczej. Powstający kwas mlekowy powoduje obniżenie pH do punktu izoelektrycznego kazeiny i powstanie żelu kazeinowego o uporządkowanej strukturze, który w swych przestrzeniach zamyka wodę wraz z rozpuszczonymi w niej składnikami. Otrzymanie prawidłowego skrzepu twarogowego determinuje przebieg dalszych zabiegów technologicznych, a celem stosowania

kultur startowych jest zapoczątkowanie i zapewnienie optymalnej dynamiki fermentacji mlekowej, a także kształtowanie cech jakościowych sera.

Charakter przemian zachodzących podczas wyrobu twarogu zależy od składu mikrobiologicznego szczepionki twarogowej oraz parametrów procesu technologicznego. Aby otrzymać produkt o dobrej strukturze i właściwych cechach organoleptycznych, ukwaszanie mleka powinno odbywać się w sposób kontrolowany, za pomocą odpowiednich szczepionek (zakwasów lub kultur startowych) mleczarskich. Zakwasami można nazwać przygotowane przed procesem produkcji twarogu przez producentów fermentowane mleko lub serwatka z poprzedniej produkcji (dodatek w ilości 1-2%). Szczepionki to zestawy odpowiednio dobranych bakterii, które mają za zadanie obniżyć kwasowość mleka do poziomu ok. 4.5 pH. Przy takiej kwasowości w mleku powstaje skrzep, który nazywamy skrzepem kwasowym. W szczepionkach znajdują się także bakterie aromatotwórcze, nadające twarogowi przyjemny, orzeźwiający smak. Mleko surowe może także ulec samo-ukwaszeniu, ale wówczas w tym procesie biorą udział wszystkie bakterie obecne w danym mleku. Czas powstawania skrzepu zależy od jakości mleka, temperatury ukwaszania i dawki szczepionki. Zasada jest taka, że im wyższa temperatura i większa dawka bakterii, tym krótszy czas krzepnięcia. A im krótszy czas krzepnięcia, tym mniej aromatyczny skrzep, czyli mniej pachnący twaróg. Skrzep można uzyskać już po 8 godzinach, jakkolwiek najlepszy smakowo produkt uzyskuje się, gdy skrzep powstaje w ciągu 16-18 godzin w temperaturze 20-24°C. Uzyskanie twarogu z dobrej jakości mleka surowego wymaga przygotowania mleka bez bakterii chorobotwórczych. Twaróg można wyprodukować z mleka o różnej zawartości tłuszczu, ale należy pamiętać, że im wyższa zawartość tłuszczu w mleku, tym delikatniejszy skrzep i trudniejsza obróbka, ale tym bardziej smakowity produkt i bardziej kremowa struktura. W przypadku produkcji sera twarogowego kwasowo podpuszczkowego ze wszystkich białek mleko jest przygotowane podobnie jak do produkcji twarogu kwasowego, lecz obok zakwasu dodaje się enzymu podpuszczki. Powstały skrzep rozdrabnia się na drobną kostkę, aż ziarno opadnie na dno naczynia. Powstałą serwatkę w ilości  $\frac{1}{3}$  zlewa się. Można dolać do ziarna czystą wodę o temp. 70°C. Następnie ziarno odcedza się (istnieje możliwość dodania różnego rodzaju ziół), odciska i wkłada do form plastikowych. Powstały ser przewraca się co ok. 2 godziny i soli z każdej strony przez czas do 24h. Gotowy ser przechowywany jest w pomieszczeniu do przechowywania twarogu w temperaturze ok. 8°C. Ser twarogowy jest przeznaczony dla wszystkich grup konsumentów, z wyjątkiem osób z alergią na białka mleka krowiego.

Pakowanie: ser do sprzedaży pakowany jest w folię przeznaczoną do pakowania produktów spożywczych.

### **3.4 Znakowanie opakowania:**

Na opakowaniu znajdują się następujące informacje:

- nazwa i rodzaj produktu: Ser twarogowy kwasowy lub kwasowo-podpuszczkowy ,
- wykaz składników,
- wartość odżywcza – informacja musi uwzględniać wartość energetyczną oraz ilość: tłuszczu, kwasów tłuszczowych nasyconych, węglowodanów, cukrów, białka, soli,
- datę minimalnej trwałości: najlepiej spożyć przed: dzień, miesiąc,
- masa netto,
- nazwa i adres producenta,
- informacja, że produkt wyprodukowano z mleka krowiego/koziego niepasteryzowanego.

### **3.5 Postępowanie technologiczne przy dodatku podpuszczki**

- Mleko po przeniesieniu do pomieszczenia produkcyjnego, rozlewane jest do naczyń .
- Następnie dodaje się zakwas i po namnożeniu bakterii (3-4 godz.) jest ono podgrzewane do temperatury 37- 39°C.
- Do podgrzanego mleka dodaje się podpuszczkę w ilości zalecanej przez producenta.
- Po uzyskaniu skrzepu kroi się specjalnie do tego przeznaczonym nożem na drobną kostkę i czeka aż ziarno opadnie na dno naczynia.
- Powstałą serwatkę odlewa się.
- Dolewa się do ziarna czystą wodę o temp. 70°C.
- Następnie ziarno odcedza się na sicie, odciska się i wkłada do form.
- Powstały ser twarogowy przewraca się co kilkanaście minut i soli z każdej strony.
- Gotowy ser twarogowy przechowywany jest w pomieszczeniu o temp. ok 8°C
- Próby sera pobiera się do badania mikrobiologicznego zgodnie z harmonogramem, wg wymogów Rozporządzenia (WE) 2073/2005 i Rozporządzenia (WE) 1441/2007.

### **3.6 Podpuszczka**

Podpuszczka używana przy produkcji serów twarogowych pochodzi z firm produkujących preparaty podpuszczkowe. Każda partia podpuszczki posiada certyfikat



zgodny ze specyfikacją czystości FAO/WHO, Komitetu ds. dodatków do żywności (JEFCA), zgodny z Kodeksem Chemicznym Żywności (FCC) oraz wytycznymi w sprawie enzymów spożywczych Komitetu Naukowego ds. Żywności (SCF) krajów UE. Podpuszczka w tabletkach jest dodawana do mleka w ilości zgodnie z instrukcją i zaleceniami producenta. Trwałość podpuszczki w tabletkach przechowywanej w temperaturze pokojowej ok. 20°C, wynosi 2 lata. Przed dodaniem podpuszczki do mleka zaleca się rozpuszczenie tabletki w przegotowanej wodzie

### **3.8. Dodawanie ziół**

Zioła dodawane do sera podpuszczkowego dojrzewającego pochodzą z firm zajmujących się produkcją ziół. Zakupione zioła przechowywane są zgodnie z zaleceniem producenta w suchym miejscu, Zioła dodaje się w końcowej fazie produkcji sera.

### **3.9 Wędzenie serów**

Wędzenie polega na poddaniu sera działaniu dymu i ciepła. Podczas wędzenia ser traci część wody (15-40%), nabiera aromatu i smaku właściwego dla wyrobów wędzonych oraz podlega utrwaleniu dzięki antyseptycznemu działaniu dymu wędzarniczego. Właściwości dymu zależą od rodzaju drewna i temperatury jego spalania. Do wędzenia sera nie należy stosować drewna drzew iglastych; z drzew liściastych należy stosować drewno brzozy (bez kory) i olszyny oraz drewno z drzew owocowych. Proces wędzenia odbywa się najczęściej w temperaturze około 40°C. Czas wędzenia zależy od panujących warunków atmosferycznych i może trwać od 5 do 7 godzin. Podczas wędzenia należy na bieżąco kontrolować (wizualnie) „zachowanie się” sera w celu uniknięcia jego stopienia i przegrzania. Nie jest wymagane dokumentowanie parametrów procesu wędzenia.

### **3.10 Kontrola mikrobiologiczna**

W zakładzie został sporządzony harmonogram pobierania prób sera produkowanego z mleka niepasteryzowanego zgodnie z wymogami Rozporządzenia (WE) 2073/2005 i Rozporządzenia (WE) 1441/2007. W harmonogramie zostało ujęte m.in. badanie produktu gotowego na obecność gronkowców koagulazododatnich.

Dla każdego produkowanego rodzaju sera należy ustalić minimalną datę trwałości określoną na podstawie mikrobiologicznych badań przechowalniczych. W tym celu należy co

najmniej wykonać badanie ilościowe na obecność *Listerii* po okresie przechowywania w kontrolowanych warunkach.

### **3.11 Magazynowanie**

Warunki magazynowania sera podpuszczkowego stanowią ważny element działań na rzecz jego bezpieczeństwa. Należy dokładnie przestrzegać ustalonych parametrów przechowywania (temperatura, czas, wilgotność), okresowo je monitorować za pomocą termometrów i higrometrów. Częstotliwość dokonywania tych pomiarów powinna być ustalona przez właściciela zakładu. Im bardziej stabilne jest utrzymanie określonych warunków przechowywania, tym częstotliwość pomiarów może być mniejsza. Istotnym jest, aby mieć stały dopływ informacji nt. warunków panujących w magazynie (chłodni). Ser przechowywany jest w pomieszczeniu do przechowywania sera twarogowego w temperaturze około +8°C. Temperatura przechowywania mierzona jest raz na dobę za pomocą kalibrowanego termometru. Okres przechowywania sera wynosi do dwóch tygodni. W przypadku awarii klimatyzatora w pomieszczeniu przeznaczonym do przechowywania sera, na czas usunięcia awarii sery przenoszone są do wydzielonego miejsca w chłodziarni domowej.

### **3.12 Dystrybucja sera**

Warunki transportu i sprzedaży sera są ważne dla zapewnienia jego bezpieczeństwa. Należy wziąć pod uwagę postępowanie z produktami przy sprzedaży targowiskowej. Na każdym etapie zarówno transportu, jak i miejsca sprzedaży należy zapewnić utrzymanie łańcucha chłodniczego. Ponadto, każdy ser sprzedawany poza zakładem powinien być opakowany i odpowiednio oznakowany zgodnie z wymogami prawa.