

Warszawa, dnia 17.11.2025

INSTYTUT BIOTECHNOLOGII
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO
im. prof. Wacława Dąbrowskiego
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
02-532 Warszawa, ul. Rakowiecka 36
KRS: 0000126823
tel. 22 640 02 24, e-mail: ibprs@ibprs.pl, <https://www.ibprs.pl>

pieczęć wnioskodawcy i adres

Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi

ul. Wspólna 30

00-930 Warszawa

SPRAWOZDANIE

z zadania w zakresie rolnictwa ekologicznego w 2025 r.

pt. Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi – Badania w zakresie optymalizacji technologii procesów przetwórstwa produktów ekologicznych z jednoczesnym wydłużeniem trwałości przechowalniczej. Opracowanie zbioru wytycznych w formie przewodnika dla producentów. Temat: Wykorzystanie środowiskowych bakterii kwasu mlekowego w produkcji ekologicznych serów twarogowych o zwiększonych właściwościach prozdrowotnych.

Wykonanego na podstawie dotacji przedmiotowej udzielonej na podstawie § 8 ust. 1 pkt 2, ust. 2 pkt 2 i ust 10 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2015 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. z 2019 r. poz. 1522) Decyzja nr DEJ.re. 765.9.2025 z dnia 20.03.2025r.

Jednostka badawczo-rozwojowa

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego – Państwowy Instytut Badawczy

Zakład Technologii Mięsa i Tłuszczu – Kierownik Zakładu: dr inż. Piotr Szymański

ul. Rakowiecka 36

02-532 Warszawa

tel.: 848 02 24, 849 50 39, 606 36 00; fax: 849 04 26 (28), e-mail: ibprs@ibprs.pl

nr konta 67 1240 1095 1111 0000 0336 5564, Bank PEKAO S.A.

Status prawny działania jednostki: KRS nr 0000126823



DYREKTOR



... dr hab. inż. Marek Roszko; prof. IBRRS-PIB

pieczęć i podpis wnioskodawcy

Otrzymują:

Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Departament Rolnictwa Ekologicznego i Jakości Żywności

SPRAWOZDANIE
Z BADAŃ NA RZECZ ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO
FINANSOWANYCH PRZEZ MRiRW W 2025 ROKU

**„PRZETWÓRSTWO PRODUKTÓW ROŚLINNYCH I ZWIERZĘCYCH
METODAMI EKOLOGICZNYMI – BADANIA W ZAKRESIE OPTIMALIZACJI
TECHNOLOGII PROCESÓW PRZETWÓRSTWA PRODUKTÓW
EKOLOGICZNYCH Z JEDNOCZESNYM WYDŁUŻENIEM TRWAŁOŚCI
PRZECHOWALNICZEJ. OPRACOWANIE ZBIORU WYTYCZNYCH W FORMIE
PRZEWODNIKA DLA PRODUCENTÓW.**

**TEMAT: WYKORZYSTANIE ŚRODOWISKOWYCH BAKTERII KWASU
MLEKOWEGO W PRODUKCJI EKOLOGICZNYCH SERÓW TWAROGOWYCH
O ZWIĘKSZONYCH WŁAŚCIWOŚCIACH PROZDROWOTNYCH”**

KIEROWNIK ZADANIA: Dr inż. Anna Okoń, Prof. dr hab. inż. Zbigniew Dolatowski

WARSZAWA, 2025

REALIZACJA PROJEKTU

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

Wykonawcy:

IBPRS-PIB Zakład Technologii Mięsa i Tłuszczu (ZMT)

- Prof. dr hab. inż. Zbigniew Dolatowski
- Dr inż. Piotr Szymański
- Dr inż. Anna Okoń
- Dr inż. Beata Łaszkiewicz
- Mgr inż. Urszula Siekierko
- Mgr inż. Dorota Grzeszczak
- Mgr inż. Aneta Kern-Jędrychowska
- Mgr inż. Jakub Kern-Jędrychowski
- Mgr inż. Zuzanna Moskal
- Mgr inż. Marianna Ohanayan
- Mgr inż. Magdalena Skorupska
- Mgr inż. Dominika Opat
- Mgr Agnieszka Malitka
- Tech. Wiesława Popławska

IBPRS-PIB Zakład Bezpieczeństwa i Analizy Chemicznej Żywności (ZA)

- dr Agata Żak-Kułąkiewicz

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności:

- Dr hab. Dorota Zielińska, prof. SGGW
- Dr hab. Katarzyna Neffe - Skocińska, prof. SGGW
- Dr hab. Aleksandra Szydłowska
- Dr inż. Barbara Sionek

Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie – Oddział w Radomiu

- Henryk Skórnicki - Dyrektor Oddziału
- Andrzej Śliwa
- Martyna Wójcicka
- Dorota Orlicka

Rodzinne Gospodarstwo Ekologiczne „FIGA”

- Waldemar Maziejuk
- Tomasz Maziejuk

Spis treści

Część I (Wprowadzenie do problemu badawczego)	7
Część II (Wyniki badań)	20
Część III (Podsumowanie i wnioski).....	63
Część IV (Literatura i publikacje).....	66
Część V (Poradnik).....	69

Schemat sprawozdania

Badania zostały przeprowadzone w zakresie dwóch czynnościowych zadań: A i B.

- A. Wpływ metody przygotowania zakwasu na bazie wybranych szczepów bakterii kwasu mlekowego izolowanych z produktów lokalnych oraz z udziałem bakterii środowiskowych mleka i otoczenia na wybrane parametry fizykochemiczne, sensoryczne i mikrobiologiczne modelowych serów twarogowych.

- B. Wpływ metody przygotowania zakwasu na bazie wybranych szczepów bakterii kwasu mlekowego izolowanych z produktów lokalnych oraz z udziałem bakterii środowiskowych mleka i otoczenia na wybrane parametry fizykochemiczne, sensoryczne i mikrobiologiczne modelowych serów twarogowych.

Sprawozdanie składa się z pięciu części:

- część I - Wprowadzenie do problemu badawczego,
- część II – Wyniki badań,
- część III - Podsumowanie i wnioski,
- część IV - Literatura i publikacje,
- część V – Poradnik.

Część I Wprowadzenie do problemu badawczego

Sery białe twarogowe należą do grupy produktów nabiałowych, które cieszą się bardzo dużą popularnością wśród zróżnicowanej grupy klientów, ze względu na swoje wartości odżywcze i stosunkowo niską kaloryczność w porównaniu z pozostałymi grupami tradycyjnie dostępnymi na rynku produktów spożywczych. Taka atrakcyjność produktu wynika ze stosunkowo niskiej ceny i bogatego asortymentu. Sery twarogowe są lekkostrawne, niskokaloryczne, o białej barwie i grudkowatej, bądź kremowej konsystencji, która zależy od zawartości tłuszczu w mleku przerobowym. Sery te stanowią bogate źródło łatwo przyswajalnych składników odżywczych, witamin (głównie z grupy B) i pełnowartościowego białka. W 100 g produktu znajduje się zazwyczaj od 50 do 100 mg wapnia. Obecnie podejmowany jest szereg badań dotyczących wzbogacenia sera twarogowego w wapń, który w trakcie procesu produkcyjnego w znacznej ilości przechodzi do serwatki. Dążenia te są w pełni uzasadnione ze względu na to, że twaróg, a także serki twarogowe są niemalże flagowymi produktami w skali całego kraju, a zainteresowanie nimi wzrasta wraz z rosnącą popularnością diet odchudzających i świadomością konsekwencji zdrowotnych złego odżywiania wśród konsumentów. Tradycyjna produkcja serów twarogowych składa się ogólnie z dziewięciu etapów: przygotowania surowca, zaprawiania i koagulacji, obróbki skrzepu, separacji masy twarogowej i serwatki, formowania z prasowaniem, porcjowania, chłodzenia, pakowania. 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-podpuszczkowe, 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. 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.

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 ok. 4,6, co 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.

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. Stosowane aktualnie kultury startowe (szcypy bakterii, które nie są bakteriami środowiskowymi izolowanymi z lokalnej żywności), 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 (dodatek kultur startowych), np. w procesie produkcji kefiru (ziarna kefirowe) czy kielbas fermentowanych. W przemyśle mleczarskim przygotowuje się odpowiednio zestawione szczepy bakterii mlekowych tzw. startery mleczarskie. Zasada komponowania tego typu kultur polega na wielokrotnym pasażowaniu w mleku często nawet kilkuset szczepów należących do różnych gatunków do momentu wytworzenia trwałych, pożądanых w produkcji twarogu proporcji między poszczególnymi gatunkami. W konsekwencji końcowy skład kultury jest nieznany. Zarówno do komponowania kultur zdefiniowanych jak i niezdefiniowanych wybierane są szczepy o pożądanых cechach sensorycznych i technologicznych oraz braku wzajemnego antagonizmu. Kultury niezdefiniowane, z uwagi na ogromną liczbę szczepów, nawet w momencie dużego zagrożenia fagowego, pozwalają na wyprodukowanie twarogu o jakości akceptowalnej przez konsumenta. Są one następnie wykorzystywane do produkcji serów twarogowych, śmietany, jogurtów, serów podpuszczkowych i wielu innych rodzajów produktów mleczarskich.

W Polsce przeprowadza się na dużą skalę procesy fermentacji (mlekowej) kapusty, ogórków, sałatek wielowarzywnych i soków warzywnych, ale obecnie szczepami bakterii, które nie pochodzą z lokalnego środowiska. Procesy fermentacji mlekowej są stosowane w krajach Azji i Afryki jako jedno z najważniejszych metod utrwalania żywności. Kolejnym ważnym zastosowaniem fermentacji mlekowej i bakterii mlekowych jest kiszenie pasz dla zwierząt. Do zakiszania stosuje się odpady z przemysłu spożywczego, zieloną masę roślinną, warzywa i inne surowce. Jak udokumentowano w literaturze tematu, warunki środowiskowe i nisze ekologiczne charakteryzują się różnym składem mikroflory środowiskowej. Mikroflora nieprzetworzonej lub mało przetworzonej żywności zależy od warunków środowiskowych. Mikroflora taka ma wpływ na skład mikrobiologiczny naszego mikrobiomu, a tym samym na nasze zdrowie. Ostatnie doniesienia naukowe informują o zróżnicowanym składzie drobnoustrojów jelitowych ludzi żyjących w różnych miejscach globu ziemskiego.

Udokumentowano również, że mikrobiom człowieka, gdzie przeważa tradycyjna żywność, zmienia się w przypadku zmiany żywienia z tradycyjnego na żywność przemysłową (przetwarzana żywność). Zmiana mikrobiomu objawia się wzrostem występowania chorób cywilizacyjnych (16, 19, 22).

Cel badań

Biorąc pod uwagę rolę bakterii środowiskowych w zdrowiu człowieka, a szczególnie rolę serów twarogowych z odpowiednimi szczepami drobnoustrojów, we wzmacnianiu potencjału mikrobiologicznego naszego mikrobiomu, a tym samym zdrowia człowieka, stosowane obecnie kultury mikrobiologiczne do produkcji większości produktów fermentowanych, do których należą twarogi mleczne jest oparte na nieznanych w naszym środowisku drobnoustrojach. Celem proponowanych badań jest przywrócenie tradycyjnej produkcji twarogów w krajowych gospodarstwach ekologicznych poprzez przygotowanie odpowiedniego zakwasu na bazie wyselekcjonowanych szczepów bakterii kwasu mlekowego pozyskanych z rodzimych produktów fermentowanych i bakterii środowiskowych znajdujących się w otoczeniu producenta. Taki zakwas mógłby być hodowany przez ekologicznych producentów i co pewien czas sprawdzany pod względem mikrobiologicznym przy obserwowanej zmianie jakości twarogu. Efekty naszych badań zwiększą rolę produktów ekologicznych w prozdrowotnym oddziaływaniu na organizm człowieka. Wiadomo, że produkty fermentowane były i są podstawą utrzymania prawidłowego profilu mikrobiologicznego naszego mikrobiomu, a tym samym kształtowania naszego zdrowia.

Badania zostały podzielone na dwa wzajemnie powiązane zadania badawcze:

A. Wpływ metody przygotowania zakwasu na bazie wybranych szczepów bakterii kwasu mlekowego izolowanych z produktów lokalnych oraz z udziałem bakterii środowiskowych mleka i otoczenia na wybrane parametry fizykochemiczne, sensoryczne i mikrobiologiczne modelowych serów twarogowych.

W pierwszym zadaniu wykonane zostały badania mające na celu określenie wpływu przygotowanego zakwasu na bazie wybranych bakterii kwasu mlekowego wyizolowanych z produktów lokalnych podczas wcześniejszych badań z rolnictwa ekologicznego (*Levilactobacillus brevis* B1 wyizolowany z regionalnego sera typu bundz oraz *Lactiplantibacillus plantarum* Os2 wyizolowany z regionalnego sera typu oscypek oraz

dodatkowo *Lactiplantibacillus plantarum* Kor14 z regionalnego sera korycińskiego) z udziałem bakterii środowiskowych mleka i otoczenia na wybrane parametry fizykochemiczne, sensoryczne i mikrobiologiczne wyprodukowanych serów twarogowych w skali półtechnicznej w CDR w Radomiu. Przeprowadzone zostały próbne produkcje przygotowania zakwasu w warunkach półtechniki na liniach technologicznych CDR w Radomiu dla serów twarogowych z mleka krowiego i koziego, gdzie oceniono metodę dodatku przygotowanego zakwasu (wyższa lub niższa temperatura tworzenia skrzepu). W otrzymanych produktach ocenione zostały parametry fizykochemiczne (kwasowość, skład chemiczny, barwa, tekstura), mikrobiologiczne (bakterie LAB, bakterie środowiskowe, patogeny i inne rodzaje mikroflory) i sensoryczne. Oceniona została wartość odżywcza wyprodukowanych twarogów kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych. Właściwości tych produktów zostały porównane z próbą kontrolną. Po optymalizacji procesu wytwarzania zakwasu w warunkach półtechniki i jego jakościowej ocenie, opracowany sposób hodowli zakwasu w pierwszym zadaniu badawczym został wykorzystany w produkcji przemysłowej serów w gospodarstwie ekologicznym z uzupełnieniem o drobnoustroje środowiskowe (drugie zadanie badawcze).

B. Zastosowanie opracowanej technologii wytwarzania zakwasu na bazie wybranych szczepów bakterii kwasu mlekowego wyizolowanych z produktów lokalnych oraz z udziałem bakterii środowiskowych w procesie produkcji ekologicznych twarogów kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych w warunkach przemysłowych oraz ocena jakości i bezpieczeństwa zdrowotnego produktu gotowego.

Na podstawie wyników badań z pierwszego zadania w drugim etapie badań przygotowany został zakwas, który wykorzystano w produkcji przemysłowej twarogów kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych w gospodarstwie ekologicznym. W tym gospodarstwie przygotowywany zakwas uzupełniony został o drobnoustroje środowiskowe mleka, otoczenia zakładu (kilkukrotne przygotowanie zakwasu). Przeprowadzone zostały produkcje serów twarogowych z oceną skuteczności zaproponowanych rozwiązań technologicznych przygotowania zakwasu poprzez przeprowadzenie niezbędnych badań mikrobiologicznych, fizykochemicznych i sensorycznych wraz z oceną konsumencką produktu z mleka koziego i krowiego. W otrzymanych produktach ocenione zostały parametry fizykochemiczne (kwasowość, skład chemiczny, barwa, tekstura), mikrobiologiczne (bakterie 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 wolnych aminokwasów w badanych serach. Właściwości tych produktów zostały porównane z próbą kontrolną, którą stanowiła bieżąca produkcja w gospodarstwie. Większość proponowanych badań jakościowych wykonana została we własnym laboratorium, część badań została zlecona do specjalistycznego laboratorium np. aminokwasy. W projekcie zaplanowano opracowanie i zastosowanie takiej technologii produkcji serów twarogowych, którą będzie można realizować w innych 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 przygotowanego zakwasu z udziałem bakterii lokalnego środowiska. Zaproponowany został przewodnik do produkcji serów twarogowych z wykorzystaniem własnego zakwasu środowiskowych bakterii kwasu mlekowego. Badania zostały przeprowadzone w gospodarstwie ekologicznym - Rodzinne Gospodarstwo Ekologiczne "FIGA" s.c. - Mszana 44/2, 38-454 Mszana (Waldemar i Tomasz Maziejuk).

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 wolnych 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 PIB w Warszawie;
- Zakładzie Higieny i Zarządzania Jakością Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie;
- Zakładzie Bezpieczeństwa i Analizy Chemicznej Żywności, Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego PIB w Warszawie

Metodyka

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 cm³ 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 SevenCompactTM 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 cm³ 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 SevenCompactTM 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 cm³ wody destylowanej o temp. 313 K (40°C) aż do uzyskania jednolitej emulsji. Po uzyskaniu jednolitej emulsji dodano 2 cm³ 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 cm³)

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 wykorzystane do badań były próbkami reprezentatywnymi. Zostały pobrane bezpośrednio po

otwarcu opakowania i umieszczone w specjalnych, zamkniętych naczyniach. Przetrzymano 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 wody. Oznaczenie wykonywano metodą wagową według PN-ISO 1442:2000.

Zawartość białka. Oznaczenie wykonywano metodą miareczkową (Kjeldahla).

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 fosforu ogólnego

Metoda polega na zmineralizowaniu próbki, straceniu fosforu w postaci fosforomolibdenianu choliny i wagowym oznaczaniu zawartości fosforu ogólnego.

Do tygla kwarcowego wyprażonego do stałej masy i ostudzonego w eksykatorze, odważono 2,5 g próbki z dokładnością do 0,001 g. Próbkę wstępnie spopielono na płycie grzewczej (Schott Ceran 500®, firmy Robax, Germany) aż do zaprzestania wydzielania się czarnego dymu. Następnie spalono w piecu do spalania (62700 Furnace, firma Barnstead Thermolyne, United States) w temperaturze 560°C do momentu uzyskania popiołu o jednolitej białej lub prawie białej barwie. Po ostudzeniu do spopielonej próbki dodano 25 ml rozcieńczonego kwasu azotowego (V) i ogrzewano przez 30 min we wrzącej łaźni. Następnie zawartość tygla przesączono przez sączek z bibuły (sączki jakościowa średnie 150 mm) do zlewki o pojemności 400 ml, przepłukując wodą tygielek i sączek. Równolegle przygotowano roztwór do próby ślepej przez zmieszanie 25 ml rozcieńczonego kwasu azotowego (V) z 75 ml wody. Do otrzymanych roztworów dodano po 50 ml odczynnika strącającego, zlewki przykryto szkiełkami przykrywkowymi i umieszczono na płycie grzewczej. Gotowano przez 1 min., licząc od momentu zawrzenia. Próbkę schłodzono do temperatury pokojowej. Za pomocą szklanego pręcika osad przeniesiono do lejka Goocha, uprzednio wysuszonego do stałej masy w temperaturze 250 °C i umocowanego w kolbie ssawkowej. Osad przemyto 5-krotnie, za każdym razem używając po 25 ml wody. Lejek z osadem wysuszone w temperaturze 250 °C do stałej masy, a następnie po ostudzeniu w eksykatorze zważono na wadze analitycznej.

Zawartość fosforu ogólnego (X), w przeliczeniu na P₂O₅ obliczono, w procentach (m/m), ze wzoru:

$$X = 2,29 (1,4 \times (a-b) / m),$$

gdzie:

a - masa wysuszonego osadu powstałego z próbki badanej;

b - masa wysuszonego osadu powstałego z próby ślepej;

m - masa próbki;

1,4- współczynnik będący iloczynem współczynnika grawimetrycznego i przeliczenia na procenty;

2,29 - współczynnik przeliczeniowy dla P₂O₅

Parametry barwy w systemie CIE L*a*b*

Metoda polega na pomiarze barwy za pomocą fotokolorymetru Chroma-Meter serii CR-300 firmy Minolta. Oznaczania wykonywano przy oświetleniu rozproszonym pod kątem 0° i średnicy przesłony 8 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

Oznaczanie składu kwasów tłuszczowych wykonywano metodą GC (HP 6890 II z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym) wg EN ISO 5508:1996. Do rozdziału 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.

Zawartość cholesterolu

W badaniu przeprowadzono ekstrakcję frakcji lipidowej z próbki, estryfikację kwasów tłuszczowych i derywatyzację cholesterolu w obecności wzorca wewnętrznego. Próbkę analizowano metodą chromatografii gazowej z detekcją płomieniowo-jonizacyjną (GC-FID). Wartość cholesterolu wyrażano w mg/100 g produktu.

Zawartość laktozy

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

Oznaczanie zawartości amin biogennych i profilu wolnych aminokwasów

Badanie wykonano w Zakładzie Bezpieczeństwa i Analizy Chemicznej Żywności, Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego PIB w Warszawie procedurą badawczą PB-ZA 41, wyd. 1 z 10.10.2018. Oznaczenie amin biogennych i wolnych aminokwasów polegało na ekstrakcji badanych związków za pomocą 5% kwasu trichlorooctowego (TCA), a następnie ich derywatyzacji z użyciem chlorku dansylu. Tak przygotowane próbki analizowano przy użyciu techniki chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas (LC-MS). Pomiary wykonywane były na spektrometrze wysokiej rozdzielczości Orbitrap Exploris 120 (Thermo Scientific).

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 sześcianu 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:

- OLD – agar odżywczy - w celu określenia ogólnej liczby drobnoustrojów, zgodnie z normą PN-EN ISO 4833:2004 - Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drobnoustrojów. Metoda płytkowa w temperaturze 30°C.
- ENT – MacConkey agar - w celu określenia liczby pałeczek bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* zgodnie z normą PN-ISO 21528-2:2005 – Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania i oznaczania liczby *Enterobacteriaceae*.
- SAL – agar BGA - w celu określenia obecności bakterii *Salmonella* zgodnie z normą PN-EN ISO 6579 - Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania *Salmonella* spp.
- *S. aureus* - określono zgodnie z ISO 6888-1:2021 na agarze Baird-Parker z żółtkiem jaja i telurynem (Oxoid, Basingstoke, Wielka Brytania).
- LIST – agar ALOA i agar PALCAM - w celu określenia obecności bakterii *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.
- *E. coli* - agar TBX - w celu określenia liczby bakterii *Escherichia coli* zgodnie z normą PN-ISO 16649-1:2004 – Horyzontalna metoda oznaczania liczby β -glukuronidazo-dodatnich *Escherichia coli* (EC (TBX)).
- 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.

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

Charakterystyka wybranych szczepów bakterii środowiskowych

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 (Ołdak et al., 2017; Ołdak et al. 2020).

3. *Lactiplantibacillus plantarum* Kor 14

Szczep *Lactiplantibacillus* (poprzednio *Lactobacillus*) *plantarum* Kor14 wyizolowano z regionalnego sera korycińskiego. 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*. Są to bakterie heterofermentatywne, prowadzące fermentację różnych cukrów. Wykazują bardzo silną aktywność antagonistyczną względem *Listeria monocytogenes* i silną aktywność antagonistyczną wobec *Escherichia coli* i *Staphylococcus aureus*. Szczegółowe właściwości badanego szczepu opublikowano w czasopismach naukowych o międzynarodowym zasięgu (Ołdak et al., 2017; Ołdak et al. 2020).

Przygotowanie szczepów bakterii

Zakwas przygotowano na bazie bakterii wytypowanych na podstawie poprzednich wyników badań (*Levilactobacillus brevis* B1 wyizolowano z regionalnego sera typu bundz oraz *Lactiplantibacillus plantarum* Os2 wyizolowano z regionalnego sera typu oscypek) oraz dodatkowo *Lactiplantibacillus plantarum* Kor14 z regionalnego sera korycińskiego i środowiskowych drobnoustrojów z otoczenia producentów. Przygotowane zakwasy były wykorzystane w produkcji serów twarogowych zarówno mleka krowiego i koziego w ekologicznym gospodarstwie. Próbkę kontrolną spełniała aktualna produkcja gospodarstwa.

A. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Radomiu

Mleko niepasteryzowane, zakwas kontrolny maślanka "Rolmlecz"

PRODUKCJA SERÓW KWASOWO-PODPUSZCZKOWYCH

Tabela 1. Etapy produkcji sera

Czynność	Czas	Temperatura [°C]	Uwagi
Przyjęcie mleka		6,5	150 l mleka krowiego
Podgrzewanie		do 25	
Zaprawianie bakteriami	45 min	25	objętość 1,5 l – bakterie
Podgrzewanie		37	
Zaprawianie			Podpuszczka 150g z wodą temp.36°C 200ml
Tworzenie skrzepu	15 min		
Krojenie skrzepu			Ocena wizualna ziarna
Pielęgnacja i suszenie		od 37 do 47	Podgrzewanie o 1°C na 5min.
Formowanie serów			
Prasowanie	30min		Pod naciskiem 2 barów
Prasowanie	20 h		Pod naciskiem 4 barów
Prasowanie	4 h		Pod naciskiem 6 barów
Solenie	24 h		Przez zanurzenie w solance - roztwór nasycony 20% NaCl
Dojrzewanie		9 +/- 1	



Rys. 1. Ser kwasowo- podpuszczkowy z mleka krowiego z dodatkiem maślanki Rolmlecz



Rys. 2. Ser kwasowo- podpuszczkowy z mleka krowiego z dodatkiem szczepu B1



Rys. 3. Ser kwasowo- podpuszczkowy z mleka krowiego z dodatkiem szczepu Kor 14

PRODUKACJA I

Warianty badawcze:

RC- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanką

RB - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

RK- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem Kor 14

Wyniki

Tabela 1. Podstawowy skład serów krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (średnia $\pm$ SD) (n=2).

Parametr [%]	RC	RB	RK
Woda	41,35 $\pm$ 0,25	45,20 $\pm$ 0,10	45,05 $\pm$ 0,25
Białko	22,80 $\pm$ 0,10	21,80 $\pm$ 0,10	21,40 $\pm$ 0,20
Tłuszcz	29,77 $\pm$ 0,08	27,06 $\pm$ 0,07	27,53 $\pm$ 0,05
NaCl	1,60 $\pm$ 0,10	1,90 $\pm$ 0,00	1,45 $\pm$ 0,15
Fosfor	1,14 $\pm$ 0,01	1,15 $\pm$ 0,02	1,13 $\pm$ 0,03
Laktoza	1,70 $\pm$ 0,20	3,90 $\pm$ 0,65	3,60 $\pm$ 0,60

RC- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanką, RB - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1, RK - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem Kor 14

Tabela 2. Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej ($^{\circ}\text{SH}$) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) ($\text{średnia} \pm \text{SD}$) serów krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji ($n=6$).

Próba	pH	$^{\circ}\text{SH}$	ORP
RC	5,03 $\pm$ 0,03	59,33 $\pm$ 2,07	331,17 $\pm$ 10,46
RB	5,73 $\pm$ 0,07	21,67 $\pm$ 3,88	403,33 $\pm$ 24,78
RK	5,91 $\pm$ 0,06	13,33 $\pm$ 1,63	367,67 $\pm$ 8,19

RC- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, RB - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1, RK - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem Kor 14

Tabela 3. Parametry barwy serów krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji ($\text{średnia} \pm \text{SD}$) ($n=12$).

Próba	L	a	b
RC	83,07 $\pm$ 0,96	-2,33 $\pm$ 0,12	16,55 $\pm$ 0,36
RB	86,97 $\pm$ 0,44	-2,19 $\pm$ 0,11	13,97 $\pm$ 0,71
RK	86,91 $\pm$ 0,52	-2,39 $\pm$ 0,11	14,23 $\pm$ 0,56

RC- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, RB - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1, RK - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem Kor 14

Tabela 4. Skład kwasów tłuszczowych (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji ($\text{średnia} \pm \text{SD}$; $n=2$).

Kwas tłuszczowy [%]	Po produkcji		
	RC	RB	RK
C4:0	1,9 $\pm$ 0,00	1,9 $\pm$ 0,00	2,0 $\pm$ 0,05
C6:0	1,6 $\pm$ 0,00	1,6 $\pm$ 0,00	1,6 $\pm$ 0,00
C8:0	1,2 $\pm$ 0,00	1,2 $\pm$ 0,00	1,2 $\pm$ 0,00
C9:0	0,1 $\pm$ 0,00	0,1 $\pm$ 0,00	0,1 $\pm$ 0,00
C10:0	3,1 $\pm$ 0,00	3,1 $\pm$ 0,00	3,1 $\pm$ 0,00
C10:1	0,3 $\pm$ 0,00	0,3 $\pm$ 0,00	0,3 $\pm$ 0,00
C11:0	0,2 $\pm$ 0,00	0,2 $\pm$ 0,00	0,2 $\pm$ 0,00
C12:0	4,1 $\pm$ 0,00	4,1 $\pm$ 0,00	4,1 $\pm$ 0,00
C12:1	0,1 $\pm$ 0,00	0,1 $\pm$ 0,00	0,2 $\pm$ 0,05
C13:0 br	0,2 $\pm$ 0,00	0,2 $\pm$ 0,05	0,2 $\pm$ 0,00
C13:0	0,2 $\pm$ 0,00	0,2 $\pm$ 0,00	0,2 $\pm$ 0,00
C13:1	0,1 $\pm$ 0,00	0,1 $\pm$ 0,00	0,1 $\pm$ 0,00
C14:0	11,4 $\pm$ 0,00	11,3 $\pm$ 0,00	11,2 $\pm$ 0,00
C14:1	1,5 $\pm$ 0,00	1,5 $\pm$ 0,00	1,6 $\pm$ 0,05
C15:0 br	0,5 $\pm$ 0,00	0,5 $\pm$ 0,00	0,5 $\pm$ 0,05
C15:0	1,8 $\pm$ 0,00	1,8 $\pm$ 0,00	1,8 $\pm$ 0,00
C15:1	0,2 $\pm$ 0,00	0,2 $\pm$ 0,00	0,2 $\pm$ 0,00
C16:0	33,2 $\pm$ 0,00	33,1 $\pm$ 0,10	32,8 $\pm$ 0,05

Kwas tłuszczowy [%]	RC	RB	RK
C16:1	2,7±0,00	2,7±0,00	2,8±0,05
C17:0 br	1,1±0,00	1,1±0,00	1,1±0,00
C17:0	0,7±0,00	0,7±0,00	0,7±0,00
C17:1	0,4±0,00	0,4±0,00	0,4±0,00
C18:0	6,4±0,00	6,2±0,00	6,3±0,00
C18:1trans	1,5±0,00	1,6±0,00	1,6±0,00
C18:1cis9	19,3±0,10	19,50±0,10	19,7±0,05
C18:1cis11	1,2±0,05	1,1±0,00	1,1±0,00
C18:1 c inne	1,2±0,00	1,3±0,00	1,3±0,00
C18:2	2,4±0,00	2,5±0,00	2,5±0,00
C18:3n3	0,4±0,00	0,4±0,00	0,4±0,00
C18:2c9t11	0,3±0,00	0,3±0,00	0,3±0,00
C20:0	0,1±0,00	0,1±0,00	0,1±0,00
C20:1	0,2±0,00	0,2±0,00	0,2±0,00
C20:3n6	0,1±0,00	0,1±0,00	0,1±0,00
C20:4n6	0,2±0,00	0,2±0,00	0,2±0,00
C22:5n3	0,1±0,00	0,1±0,00	0,1±0,00
Σ nasycone	67,80±0,00	67,35±0,05	67,10±0,10
Σ jednonienasycone	28,65±0,05	29,00±0,10	29,30±0,10
Σ wielonienasycone	3,50±0,00	3,60±0,00	3,6±0,00
Cholesterol	50,10±0,40	37,60±0,30	49,75±1,95

n.w. - nie wykryto, RC- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanką, RB - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1, RK - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem Kor 14

Ocena mikrobiologiczna

W tabeli 5 umieszczono wyniki oceny jakości mikrobiologicznej serów kwasowo-podpuszczkowych, które otrzymano w wyniku koagulacji kwasowo-podpuszczkowej z użyciem szczepu badawczego *L. plantarum* B1 (RB), *L. plantarum* Kor 14 (RK) oraz sera kontrolnego (RC).

Tabela 5. Obecność i średnia liczba wybranych mikroorganizmów w serach kwasowo-podpuszczkowych po produkcji w ODR Radom

Próba	Liczba komórek bakterii [log jtk/ml]					Obecność*	
	OLD	LAB	ENT	Y&M	STA	SALM	LIST
RC	8,50±0,95	9,21±0,95	5,63±0,02	nb	nb	nb	nb
RB	8,57±0,21	7,69±0,03	nb	nb	nb	nb	nb
RK	8,42±0,36	7,55±0,04	6,50±0,27	nb	nb	nb	nb

Objaśnienia: OLD - ogólna liczba drobnoustrojów, 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 w 25g produktu; n=3.

W tabeli 6 przedstawiono zmiany aktywności wody w próbach serów kwasowo-podpuszczkowych bezpośrednio po produkcji. 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 była zbliżona i wynosiła ok. 0,956 (Tabela 6).

Tabela 6. Średnia wartość aktywności wody (a_w) w serach kwasowo-podpuszczkowych po produkcji, n=3

Rodzaj produktu	Próba	a_w
Ser kontrolny kwasowo-podpuszczkowy	RC	0,957±0,005
Ser B1 kwasowo-podpuszczkowy	RB	0,953±0,005
Ser Kor 14 kwasowo-podpuszczkowy	RK	0,960±0,000

PRODUKACJA II

Warianty badawcze:

RC- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanką

RB - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1

RK- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem Kor 14

Wyniki

Tabela 7. Podstawowy skład serów krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (średnia±SD) (n=2).

Parametr [%]	RC	RB	RK
Woda	41,35±0,25	45,60±0,00	45,40±0,30
Białko	22,85±0,05	21,40±0,20	20,90±0,20
Tłuszcz	29,72±0,17	26,37±0,39	27,45±0,25
NaCl	1,55±0,05	1,55±0,15	1,50±0,10
Fosfor	1,12±0,03	1,12±0,03	1,12±0,01
Laktoza	1,20±0,00	2,95±0,05	2,85±0,25

RC- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, RB - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1, RK - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem Kor 14

Tabela 8. Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej (°SH) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) (średnia±SD) serów krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (n=6).

Próba	pH	°SH	ORP
RC	5,03±0,07	74,67±3,93	332,83±7,60
RB	5,70±0,02	15,67±1,97	356,33±2,66
RK	6,01±0,05	23,67±2,34	327,00±5,44

RC- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, RB - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1, RK - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem Kor 14

Tabela 9. Parametry barwy serów krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (średnia±SD) (n=12).

Próba	L	a	b
RC	83,12±0,57	-2,34±0,16	16,41±0,45
RB	87,16±0,52	-2,12±0,09	13,63±0,29
RK	87,01±0,66	-2,43±0,10	14,81±0,47

RC- ser krowi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, RB - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1, RK - ser krowi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem Kor 14

Tabela 10. Skład kwasów tłuszczowych (średnia±SD) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych) (n=2).

Kwas tłuszczowy [%]	Po produkcji		
	RC	RB	RK
C4:0	1,9±0,00	1,9±0,00	1,9±0,05
C6:0	1,6±0,00	1,6±0,00	1,6±0,00
C8:0	1,2±0,00	1,2±0,00	1,2±0,00
C9:0	0,1±0,00	0,1±0,00	0,1±0,00
C10:0	3,1±0,00	3,1±0,00	3,1±0,00

Kwas tłuszczowy [%]	RC	RB	RK
C10:1	0,3±0,00	0,3±0,00	0,3±0,00
C11:0	0,2±0,00	0,2±0,00	0,2±0,00
C12:0	4,1±0,00	4,1±0,00	4,1±0,00
C12:1	0,1±0,00	0,1±0,00	0,1±0,00
C13:0 br	0,2±0,00	0,2±0,00	0,2±0,00
C13:0	0,2±0,00	0,2±0,00	0,2±0,00
C13:1	0,1±0,00	0,1±0,00	0,1±0,00
C14:0	11,4±0,00	11,3±0,00	11,2±0,00
C14:1	1,5±0,00	1,5±0,00	1,5±0,00
C15:0 br	0,5±0,00	0,5±0,00	0,5±0,05
C15:0	1,8±0,00	1,8±0,00	1,8±0,00
C15:1	0,2±0,00	0,2±0,00	0,2±0,00
C16:0	33,1±0,00	33,1±0,10	32,7±0,00
C16:1	2,7±0,00	2,7±0,00	2,8±0,00
C17:0 br	1,1±0,00	1,1±0,00	1,1±0,00
C17:0	0,7±0,00	0,7±0,00	0,7±0,00
C17:1	0,4±0,00	0,4±0,00	0,4±0,00
C18:0	6,4±0,00	6,2±0,00	6,3±0,00
C18:1trans	1,2±0,00	1,6±0,00	1,4±0,05
C18:1cis9	19,7±0,05	19,50±0,15	20,0±0,00
C18:1cis11	1,1±0,00	1,2±0,10	1,1±0,00
C18:1 c inne	1,2±0,00	1,3±0,00	1,3±0,00
C18:2	2,4±0,00	2,5±0,00	2,5±0,00
C18:3n3	0,4±0,00	0,4±0,00	0,4±0,00
C18:2c9t11	0,3±0,00	0,3±0,00	0,3±0,00
C20:0	0,1±0,00	0,1±0,00	0,1±0,00
C20:1	0,2±0,00	0,2±0,00	0,2±0,00
C20:3n6	0,1±0,00	0,1±0,00	0,1±0,00
C20:4n6	0,2±0,00	0,2±0,00	0,2±0,00
C22:5n3	0,1±0,00	0,1±0,00	0,1±0,00
Σ nasycone	67,70±0,00	67,35±0,05	66,95±0,05
Σ jednonienasycone	28,65±0,05	29,05±0,05	29,35±0,05
Σ wielonienasycone	3,50±0,00	3,60±0,00	3,60±0,00
Cholesterol [mg/100 g]	50,40±2,40	41,05±1,85	51,25±6,95

n.w.- nie wykryto, RC- ser krwi kwasowo-podpuszczkowy z maślanka, RB - ser krwi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem B1, RK - ser krwi kwasowo-podpuszczkowy ze szczepem Kor 14

Ocena mikrobiologiczna

W tabeli 11 umieszczono wyniki oceny jakości mikrobiologicznej serów kwasowo-podpuszczkowych, które otrzymano w wyniku koagulacji kwasowo-podpuszczkowej z użyciem szczepu badawczego *L. plantarum* B1 (RB), *L. plantarum* Kor 14 (RK) oraz sera kontrolnego (RC).

Tabela 11. Obecność i średnia liczba wybranych mikroorganizmów w serach kwasowo-podpuszczkowych po produkcji w ODR Radom

Próba	Liczba komórek bakterii [log jtk/ml]					Obecność*	
	OLD	LAB	ENT	Y&M	STA	SALM	LIST
RC	8,37±0,37	6,95±0,09	6,72±0,49	nb	nb	nb	nb
RB	8,29±0,16	7,71±0,08	nb	nb	nb	nb	nb
RK	8,56±0,34	7,68±0,05	6,85±0,49	nb	nb	nb	nb

Objaśnienia: OLD - ogólna liczba drobnoustrojów, 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 w 25g produktu; n=3.

W tabeli 12 przedstawiono zmiany aktywności wody w próbach serów kwasowo-podpuszczkowych bezpośrednio po produkcji. Aktywność wody jest czynnikiem wpływającym na przebieg procesów biologicznych, a szczególnie na wzrost i rozwój drobnoustrojów.

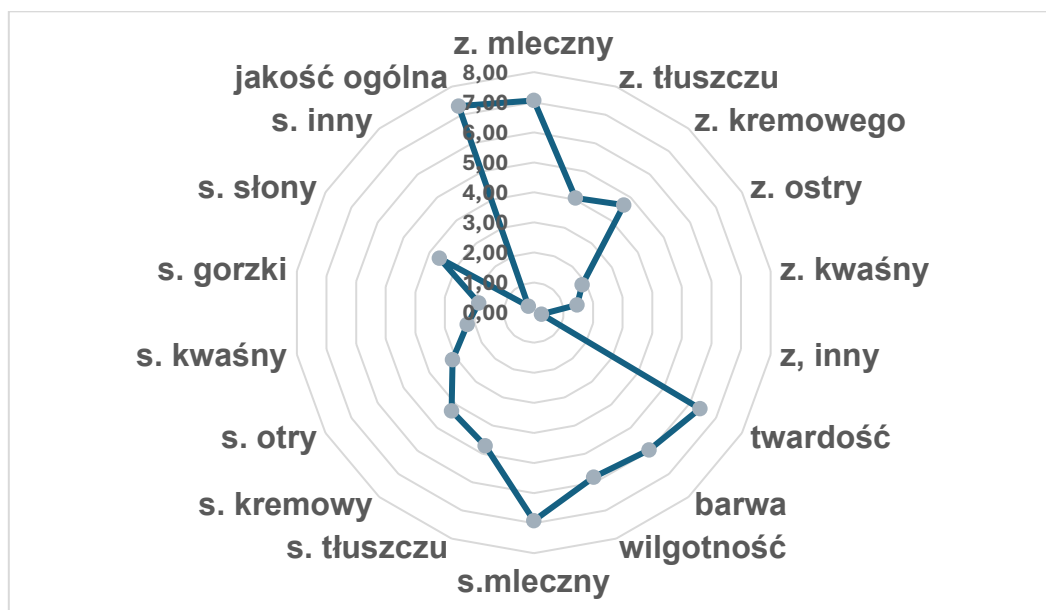
Aktywność wody w serach kwasowo-podpuszczkowych wyprodukowanych w ODR Radom, bezpośrednio po produkcji była zbliżona i wynosiła ok. 0,955 (Tabela 12).

Tabela 12. Średnia wartość aktywności wody (a_w) w serach kwasowo-podpuszczkowych po produkcji, n=3

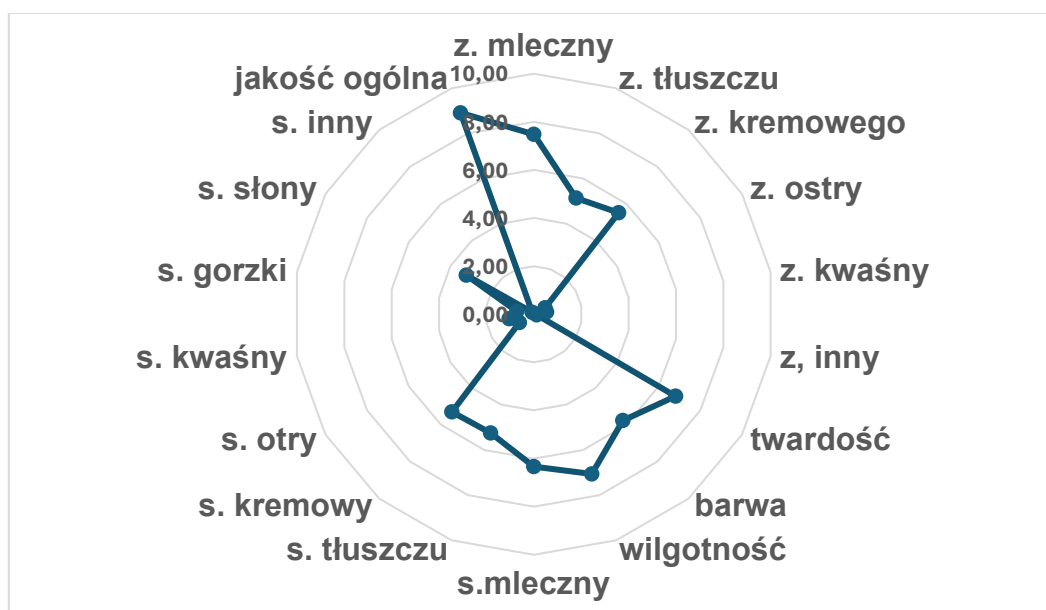
Rodzaj produktu	Próba	a_w
Ser kontrolny kwasowo-podpuszczkowy	RC	0,957±0,005
Ser B1 kwasowo-podpuszczkowy	RB	0,950±0,000
Ser Kor 14 kwasowo-podpuszczkowy	RK	0,960±0,000

Ocena jakości sensorycznej

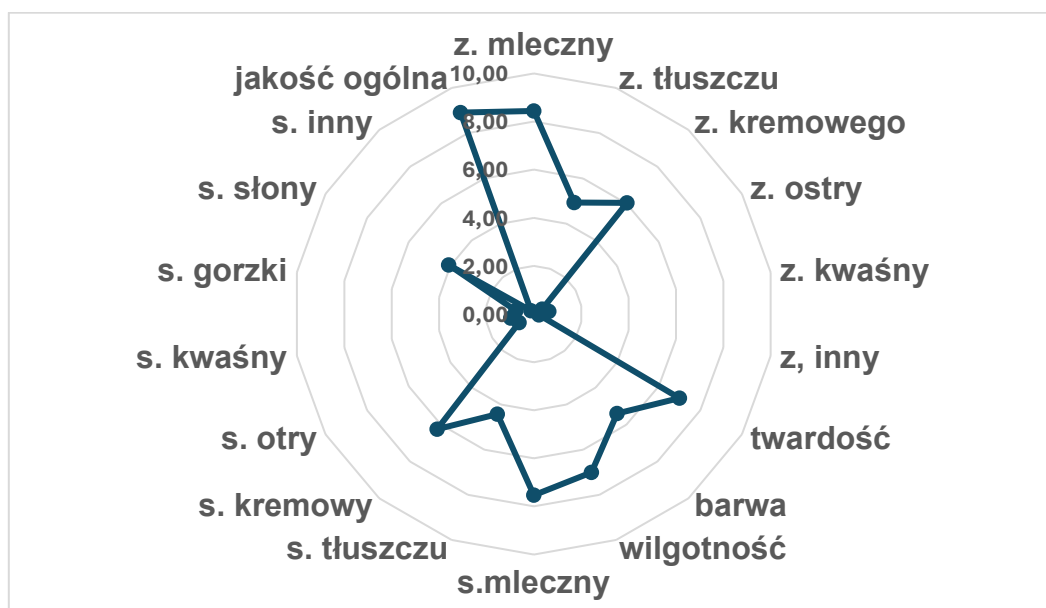
Oceny sensoryczne przeprowadzono za pomocą metody Ilościowej Analizy Opisowej – QDA. Badania wykonywano zgodnie z wymaganiami normy ISO 13299:2016 przez przeszkolony zespół oceniających. Badane wyróżniki sensoryczne wybrano w dyskusji panelowej i dotyczyły one zapachu, barwy i tekstury. Analizę badanych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



Rys. 4. Wyniki oceny sensorycznej serów kwasowo-podpuszczkowych z maślanką (RC) po produkcji (n=12), z. – zapach, s. – smak,



Rys. 5. Wyniki oceny sensorycznej serów kwasowo-podpuszczkowych ze szczepem B1 (RB) po produkcji (n=12), z. – zapach, s. – smak,



Rys. 6. Wyniki oceny sensorycznej serów kwasowo-podpuszczkowych ze szczepem Kor 14 (RK) po produkcji (n=12), z. – zapach, s. – smak

B. Rodzinne Gospodarstwo Ekologiczne „FIGA” s.c. Waldemar i Tomasz Maziejuk

PRODUKCJA SERÓW Kwasowo-podpuszczkowych

Informacje ogólne

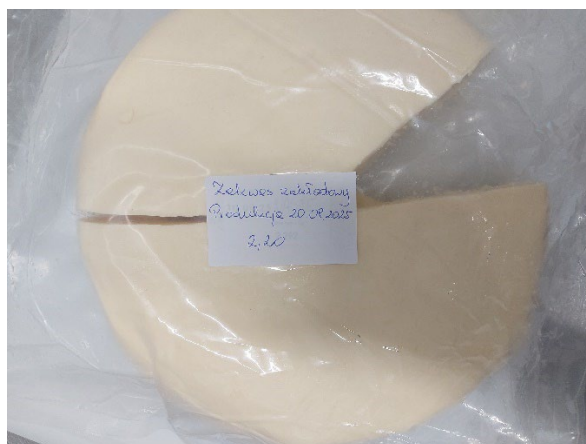
- W zależności od pory dnia (rano, popołudnie) lub dnia tygodnia – mleko jest zbiorcze lub z określonych udojów.
- Po ocenie organoleptycznej mleka następuje jego dalsze wykorzystanie technologiczne.

Sposób produkcji serów

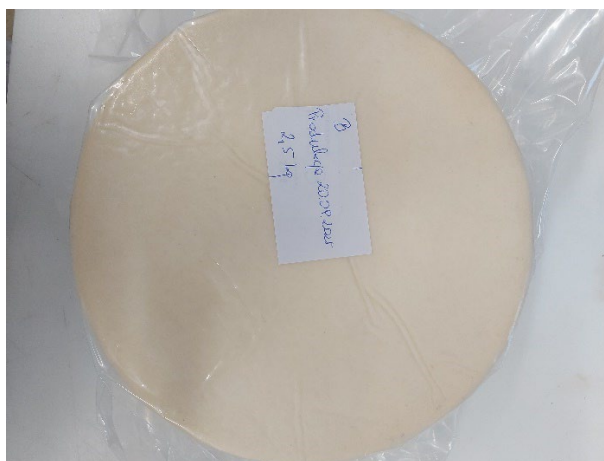
Mleko świeże niepasteryzowane umieszcza się w zbiornikach ze stali nierdzewnej. Następnie podgrzewa się do temperatury 25°C dodając zakwas sporządzony w oparciu o szczepy B1 lub Os2, w zależności od wariantu. Całość przetrzymuje się przez 40 minut mieszając.

Następnie mleko w zbiornikach podgrzewa się do temperatury 37°C, po czym dodaje się podpuszczkę mikrobiologiczną i miesza się dokładnie. Po czasie (około 20-40 minut) – tworzy się skrzep (kłac) i następuje jego rozmieszanie. 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, po czym kierowane są do dojrzewania.

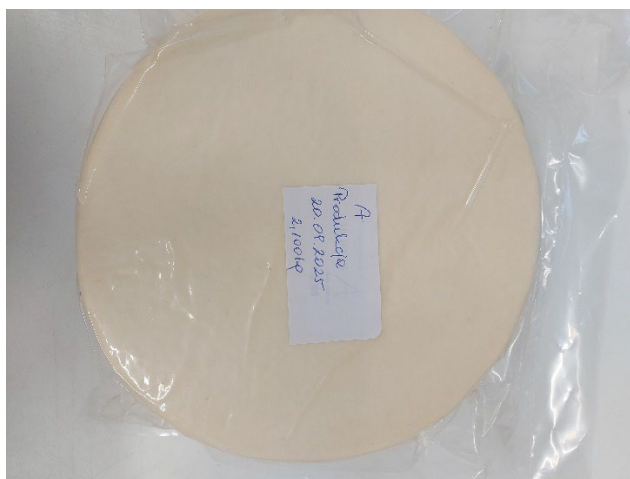
SERY KROWIE KWASOWO-PODPUSZCZKOWE I



a) sery krowie zakładowe (K)



b) sery krowie ze szczepem B1 (B)



c) ser krowi ze szczepem Os2 (A)

Rys. 7. Sery krowie kwasowo-podpuszczkowe: a) sery krowie zakładowe, b) sery krowie ze szczepem B1, c) sery krowi ze szczepem Os2 .

PRODUKACJA I

Warianty badawcze:

K- ser krowi pasterski zakładowy

A - ser krowi pasterski z wybranym szczepem IBPRS-PIB (Os2)

B - ser krowi pasterski z wybranym szczepem IBPRS-PIB (B1)

Wyniki

Tabela 13. Podstawowy skład serów krowich pasterskich po produkcji (n=2).

Parametr [%]	K	A	B
Woda	50,80±0,70	52,60±0,90	55,60±0,50
Białko	17,05±0,05	17,55±0,10	19,75±0,15
Tłuszcz	25,75±0,55	26,70±0,50	24,45±0,25
NaCl	0,55±0,05	0,85±0,05	0,85±0,05
Fosfor	0,94±0,00	0,89±0,03	1,00±0,02
Laktoza	1,35±0,05	1,80±0,10	1,85±0,15

K- ser krowi pasterski zakładowy, A - ser krowi pasterski Os2, B - ser krowi pasterski B1

Tabela 14. Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej (°SH) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) (średnia±SD) serów krowich pasterskich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (n=6).

Próba	pH	°SH	ORP
K	5,83±0,06	36,80±2,28	352,67±36,94
A	5,50±0,09	60,40±2,61	321,67±2,16
B	5,60±0,02	46,00±2,00	394,33±41,89

K- ser krowi pasterski zakładowy, A - ser krowi pasterski Os2, B - ser krowi pasterski B1

Tabela 15. Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej (°SH) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) (średnia±SD) serów krowich pasterskich kwasowo-podpuszczkowych po miesiącu dojrzewania (n=6).

Próba	pH	°SH	ORP
K	5,40±0,04	49,67±2,34	345,00±60,47
A	5,06±0,02	86,67±3,50	302,67±14,29
B	5,14±0,01	80,67±2,73	258,83±16,08

K- ser krowi pasterski zakładowy, A - ser krowi pasterski Os2, B - ser krowi pasterski B1

Tabela 16. Parametry barwy serów krowich pasterskich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (n=12).

Próba	L	a	b
K	85,32±0,59	-2,77±0,18	19,90±0,49
A	85,72±0,98	-3,35±0,11	19,76±0,87
B	85,70±0,45	-3,30±0,06	18,92±0,30

K- ser krowi pasterski zakładowy, A - ser krowi pasterski Os2, B - ser krowi pasterski B1

Tabela 17. Parametry barwy serów krowich pasterskich kwasowo-podpuszczkowych po miesiącu dojrzewania (n=12).

Próba	L	a	b
K	83,16±0,91	-1,88±1,23	21,11±0,42
A	86,03±0,81	-2,90±0,20	19,34±0,73
B	84,33±1,24	-2,91±0,28	19,34±1,19

K- ser krowi pasterski zakładowy, A - ser krowi pasterski Os2, B - ser krowi pasterski B1

Tabela 18. Skład kwasów tłuszczowych (średnia±SD) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych) (n=2).

Kwas tłuszczowy [%]	Po produkcji		
	K	A	B
C4:0	2,4±0,00	2,3±0,05	2,1±0,00
C6:0	1,6±0,00	1,5±0,00	1,5±0,00
C8:0	1,0±0,00	0,9±0,00	0,9±0,00
C10:0	2,3±0,00	2,1±0,00	2,1±0,00
C10:1	0,2±0,00	0,2±0,00	0,2±0,00
C12:0	2,7±0,00	2,5±0,00	2,5±0,00
C12:1	0,1±0,00	0,1±0,00	0,1±0,00
C13:0 br	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
C13:1	0,1±0,00	0,1±0,00	0,1±0,00
C14:0	10,7±0,05	9,9±0,00	9,9±0,00
C14:1	1,1±0,00	0,8±0,00	1,2±0,05
C15:0 br	0,6±0,00	0,8±0,00	0,9±0,00
C15:0	1,2±0,00	1,6±0,00	1,6±0,00
C15:1	0,3±0,00	0,4±0,00	0,4±0,00
C16:0	28,7±0,05	25,7±0,05	25,5±0,00
C16:1	1,8±0,00	1,8±0,00	1,7±0,00
C17:0 br	1,1±0,00	1,2±0,00	1,3±0,00
C17:0	0,7±0,00	0,9±0,00	0,9±0,05
C17:1	0,3±0,00	0,3±0,00	0,3±0,00

Kwas tłuszczowy [%]	K	A	B
C18:0	11,9±0,05	11,8±0,05	11,6±0,00
C18:1trans	4,0±0,00	4,8±0,25	4,5±0,05
C18:1cis9	19,2±0,05	20,7±0,00	21,0±0,05
C18:1cis11	0,5±0,00	0,5±0,00	0,5±0,00
C18:1 c inne	1,6±0,05	1,4±0,00	1,4±0,00
C18:2 trans	0,6±0,05	0,6±0,00	0,6±0,00
C18:2	1,6±0,00	2,3±0,05	2,3±0,05
C18:3 trans	n.w.	n.w.	0,1±0,00
C18:3n3	1,3±0,00	1,6±0,00	1,6±0,00
C18:2c9t11	1,4±0,00	1,7±0,05	1,7±0,00
C20:0	0,2±0,00	0,2±0,00	0,3±0,00
C20:1	0,2±0,00	0,2±0,05	0,2±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
C22:5n3	0,1±0,00	0,2±0,00	0,2±0,00
C22:0	0,1±0,00	0,1±0,00	0,1±0,00
C22:1	0,1±0,00	0,1±0,00	0,1±0,00
C24:1	0,1±0,00	0,1±0,00	0,1±0,00
Σ nasycone	65,35±0,05	61,65±0,15	61,40±0,10
Σ jednonienasycone	29,35±0,05	31,25±0,15	31,60±0,00
Σ wielonienasycone	5,25±0,05	6,65±0,05	6,75±0,05
Cholesterol	37,25±0,15	27,40±4,20	43,25±2,15

n.w.- nie wykryto, A K- ser krowi pasterski zakładowy, A - ser krowi pasterski Os2, B - ser krowi pasterski B1

Tabela 19. Zawartość wolnych aminokwasów fizjologicznych w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji [mg/g] (n=2).

Aminokwasy	K	A	B
asparagina	n.w.	n.w.	n.w.
glutamina	n.w.	n.w.	0,9±0,0
arginina	1,1±0,1	0,7±0,1	0,9±0,2
seryna	n.w.	0,4±0,0	0,6±0,0
kwas asparaginowy	n.w.	1,7±0,1	0,5±0,1

Aminokwasy	K	A	B
kwask glutaminowy	2,4±0,5	5,9±0,1	3,4±0,0
treonina	n.w.	0,3±0,0	0,4±0,0
glicyna	1,0±0,1	0,4±0,0	1,7±0,0
tryptofan	0,8±0,0	1,2±0,0	1,1±0,3
alanina	0,7±0,0	1,3±0,0	1,5±0,2
prolina	0,4±0,1	2,5±0,1	1,2±0,2
walina	2,7±0,1	2,7±0,0	2,4±0,4
metionina	0,3±0,0	0,4±0,0	0,5±0,0
fenyloalanina	0,9±0,1	3,0±0,1	1,5±0,0
leucyna+izoleucyna	1,8±0,2	4,5±0,2	3,3±0,5
ornityna	1,4±0,1	1,1±0,1	1,6±0,0
lizyna	4,3±0,5	3,4±0,2	3,8±0,3
histydyna	0,4±0,0	0,8±0,1	1,0±0,1
tyrozyna	1,0±0,1	2,0±0,0	1,0±0,2

n.w.- nie wykryto; K- ser krowi pasterski zakładowy, A - ser krowi pasterski Os2, B - ser krowi pasterski B1

Tabela 20. Zawartość amin biogennych w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji [mg/g].

Parametr	Próba badawcza		
	K	A	B
Histamina	n.w.	n.w.	0,09±0,00
Tyramina	0,11±0,03	0,20±0,02	0,25±0,12
Putrescyna	0,09±0,01	n.w.	0,33±0,02
Kadaweryna	0,92±0,01	1,56±0,07	2,00±0,01
Spermidyna	n.w.	n.w.	n.w.
Agmantyna	n.w.	n.w.	n.w.
Spermina	n.w.	n.w.	0,11±0,00

n.w.- nie wykryto; K- ser krowi pasterski zakładowy, A - ser krowi pasterski Os2, B - ser krowi pasterski B1

W tabeli 21 przedstawiono wyniki parametrów tekstury serów kwasowo-podpuszczkowych wyprodukowanych z mleka krowiego w Zakładzie Figa po produkcji.

Tabela 21. Parametry tekstury badanych serów podpuszczkowych krowich po produkcji (n=3)

Parametr	Wariant		
	K	A	B
Twardość 1 [N]	21,83±7,2	23,23±0,5	22,53±1,98
Adhezyjność [mJ]	0,97±0,31	0,9±0,35	2,43±3,87
Twardość 2 [N]	0,0±0,0	13,33± 11,55	0,0±0,0
Spoistość	0,98±0,16	0,88±0,05	1,02±0,15
Sprężystość [mm]	1,78±0,3	2,58±0,04	3,02±0,41
Gumowatość [N]	20,13±2,31	21,04±0,62	23,19±5,19
Żujność [mJ]	35,93±7,38	54,33±2,5	71,37± 25,03
Odbojność	0,25±0,13	0,4±0,03	0,47±0,11

K- ser krowi pasterski zakładowy, A - ser krowi pasterski Os2, B - ser krowi pasterski B1

PRODUKACJA II

Warianty badawcze:

K- ser krowi pasterski

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

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

Wyniki

Tabela 22. Podstawowy skład serów krowich pasterskich po produkcji (n=2).

Parametr [%]	K	A	B
Woda	48,55±0,05	45,50±0,10	47,25±0,05
Białko	18,35±0,05	19,20±0,20	20,05±0,05
Tłuszcz	27,40±0,10	28,30±1,10	26,20±0,20
NaCl	0,90±0,00	1,05±0,05	0,90±0,00
Fosfor	1,01±0,02	1,00±0,01	1,03±0,01
Laktoza	1,15±0,15	0,75±0,15	0,70±0,10

K- ser krowi pasterski zakładowy, A - ser krowi pasterski Os2, B - ser krowi pasterski B1

Tabela 22. 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 ($n=6$).

Próba	pH	$^{\circ}\text{SH}$	ORP
K	6,68 $\pm$ 0,04	11,20 $\pm$ 1,10	304,00 $\pm$ 11,87
A	5,98 $\pm$ 0,08	22,80 $\pm$ 1,10	337,33 $\pm$ 13,11
B	6,04 $\pm$ 0,04	14,40 $\pm$ 2,61	374,33 $\pm$ 16,99

K- ser krowi pasterski zakładowy, A - ser krowi pasterski Os2, B - ser krowi pasterski B1

Tabela 23. 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 ($n=6$).

Próba	pH	$^{\circ}\text{SH}$	ORP
K	5,40 $\pm$ 0,03	61,33 $\pm$ 5,32	301,17 $\pm$ 7,11
A	5,07 $\pm$ 0,01	87,67 $\pm$ 6,38	291,50 $\pm$ 9,14
B	5,19 $\pm$ 0,03	77,67 $\pm$ 2,94	264,00 $\pm$ 7,64

K- ser krowi pasterski zakładowy, A - ser krowi pasterski Os2, B - ser krowi pasterski B1

Tabela 24. Parametry barwy serów krowich pasterskich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji ($n=12$).

Próba	L	a	b
K	88,38 $\pm$ 0,42	-2,60 $\pm$ 0,09	17,00 $\pm$ 0,77
A	88,03 $\pm$ 0,66	-2,86 $\pm$ 0,10	16,71 $\pm$ 0,59
B	87,31 $\pm$ 0,52	-3,12 $\pm$ 0,09	17,30 $\pm$ 0,48

K- ser krowi pasterski zakładowy, A - ser krowi pasterski Os2, B - ser krowi pasterski B1

Tabela 25. Parametry barwy serów krowich pasterskich kwasowo-podpuszczkowych po miesiącu dojrzewania ($n=12$).

Próba	L	a	b
K	83,48 $\pm$ 0,75	-2,07 $\pm$ 0,19	20,77 $\pm$ 0,75
A	86,18 $\pm$ 1,20	-2,70 $\pm$ 0,25	18,81 $\pm$ 0,85
B	83,61 $\pm$ 1,49	-2,96 $\pm$ 0,22	19,80 $\pm$ 1,15

K- ser krowi pasterski zakładowy, A - ser krowi pasterski Os2, B - ser krowi pasterski B1

Tabela 26. Skład kwasów tłuszczowych ($\text{średnia} \pm \text{SD}$) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych) ($n=2$).

Kwas tłuszczowy [%]	Po produkcji		
	K	A	B
C4:0	2,5 $\pm$ 0,00	2,2 $\pm$ 0,10	2,2 $\pm$ 0,10
C6:0	1,7 $\pm$ 0,00	1,5 $\pm$ 0,00	1,5 $\pm$ 0,00
C8:0	1,1 $\pm$ 0,00	0,9 $\pm$ 0,00	0,9 $\pm$ 0,00
C10:0	2,3 $\pm$ 0,00	2,1 $\pm$ 0,00	2,1 $\pm$ 0,00
C10:1	0,2 $\pm$ 0,00	0,2 $\pm$ 0,00	0,2 $\pm$ 0,00
C12:0	2,7 $\pm$ 0,00	2,5 $\pm$ 0,00	2,5 $\pm$ 0,00

Kwas tłuszczowy [%]	K	A	B
C12:1	0,1±0,00	0,1±0,00	0,1±0,00
C13:0 br	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
C13:1	0,1±0,00	0,1±0,00	0,1±0,00
C14:0	10,6±0,00	9,9±0,00	10,0±0,05
C14:1	1,1±0,00	1,2±0,00	1,2±0,00
C15:0 br	0,6±0,00	0,9±0,00	0,9±0,00
C15:0	1,2±0,00	1,6±0,00	1,6±0,00
C15:1	0,3±0,00	0,4±0,00	0,4±0,00
C16:0	28,4±0,00	25,5±0,05	25,4±0,00
C16:1	1,8±0,00	1,8±0,05	1,8±0,00
C17:0 br	1,1±0,05	1,2±0,00	1,2±0,00
C17:0	0,7±0,00	0,9±0,05	0,9±0,00
C17:1	0,2±0,00	0,3±0,00	0,3±0,00
C18:0	11,7±0,00	11,7±0,05	11,6±0,05
C18:1trans	4,2±0,00	4,4±0,05	4,5±0,05
C18:1cis9	19,3±0,05	20,9±0,00	21,0±0,05
C18:1cis11	0,5±0,00	0,5±0,00	0,5±0,00
C18:1 c inne	1,6±0,00	1,5±0,10	1,5±0,05
C18:2 trans	0,6±0,05	0,6±0,00	0,6±0,00
C18:2	1,6±0,00	2,2±0,00	2,3±0,05
C18:3 trans	n.w.	n.w.	n.w.
C18:3n3	1,3±0,00	1,6±0,00	1,6±0,00
C18:2c9t11	1,4±0,00	1,7±0,00	1,8±0,10
C20:0	0,2±0,00	0,2±0,00	0,2±0,00
C20:1	0,2±0,00	0,2±0,05	0,2±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
C22:5n3	0,1±0,00	0,2±0,00	0,2±0,00
C22:0	0,1±0,00	0,1±0,00	0,1±0,00
C22:1	0,1±0,00	0,1±0,00	0,1±0,00
C24:1	0,1±0,00	0,1±0,00	0,1±0,00
Σ nasycone	65,15±0,05	61,30±0,00	61,30±0,00

Σ jednonienasycone	29,60±0,00	31,60±0,20	31,75±0,05
Σ wielonienasycone	5,25±0,05	6,80±0,00	6,75±0,15
Cholesterol	30,05±6,05	32,15±0,65	45,40±3,80

n.w.- nie wykryto, A K- ser krowi pasterski zakładowy, A - ser krowi pasterski Os2, B - ser krowi pasterski B1

Tabela 27. Zawartość wolnych aminokwasów fizjologicznych w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji [mg/g] (n=2).

Aminokwasy	K	A	B
asparagina	n.w.	0,9±0,2	0,5±0,0
glutamina	n.w.	0,5±0,1	1,4±0,1
arginina	1,1±0,1	0,8±0,0	1,8±0,0
seryna	n.w.	0,6±0,1	0,6±0,0
kwas asparaginowy	n.w.	2,9±0,0	1,9±0,0
kwas glutaminowy	2,4±0,5	11,7±0,7	10,9±0,2
treonina	n.w.	0,3±0,0	0,3±0,0
glicyna	1,0±0,1	0,8±0,0	0,6±0,0
tryptofan	0,8±0,0	0,6±0,0	1,3±0,0
alanina	0,7±0,0	1,7±0,0	1,6±0,0
prolina	0,4±0,1	4,1±0,1	4,3±0,1
walina	2,7±0,1	4,1±0,1	4,0±0,1
metionina	0,3±0,0	0,9±0,1	1,2±0,0
fenyloalanina	0,9±0,1	5,6±0,3	4,7±0,1
leucyna+izoleucyna	1,8±0,2	8,8±0,5	8,7±0,0
ornityna	1,4±0,1	3,2±0,3	2,6±0,1
lizyna	4,3±0,5	5,4±0,6	4,6±0,0
histydyna	0,4±0,0	1,1±0,1	1,3±0,0
tyrozyna	1,0±0,1	2,5±0,2	2,3±0,1

n.w.- nie wykryto; K- ser krowi pasterski zakładowy, A - ser krowi pasterski Os2, B - ser krowi pasterski B1

Tabela 28. Zawartość amin biogennych w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji [mg/g].

Parametr	Próba badawcza		
	K	A	B
Histamina	n.w.	0,09±0,01	1,18±0,06
Tyramina	1,16±0,03	0,06±0,00	0,10±0,01
Putrescyna	0,48±0,01	n.w.	0,14±0,02
Kadaweryna	1,82±0,15	1,63±0,11	5,04±0,03
Spermidyna	n.w.	n.w.	n.w.
Agmantyna	0,15±0,05	n.w.	n.w.
Spermina	n.w.	n.w.	n.w.

n.w.- nie wykryto; K- ser krowi pasterski zakładowy, A - ser krowi pasterski Os2, B - ser krowi pasterski B1

W tabeli 29 przedstawiono wyniki parametrów tekstury serów kwasowo-podpuszczkowych wyprodukowanych z mleka krowiego w Zakładzie Figa po produkcji.

Tabela 29. Parametry tekstury badanych serów podpuszczkowych krowich po produkcji (n=3)

Parametr	Wariant		
	K	A	B
Twardość 1 [N]	20,94±2,34	18,43±2,0	21,93± 2,81
Adhezyjność [mJ]	4,2±2,55	5,2±3,8	1,37±0,6
Twardość 2 [N]	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
Spoistość	1,08±0,08	1,14±0,12	1,07±0,05
Sprężystość [mm]	3,02±0,45	2,34±0,6	2,95±0,31
Gumowatość [N]	22,63±3,31	20,84± 1,94	23,53± 4,15
Żujność [mJ]	68,87± 8,39	65,57± 10,68	70,27± 20,02
Odbojność	0,42±0,01	0,52±0,04	0,47±0,01

Ocena mikrobiologiczna

Wybrane wskaźniki jakości mikrobiologicznej serów kwasowo-podpuszczkowych wyprodukowanych z mleka krowiego znajdują się w tabeli 30.

Tabela 30. 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/ml]					Obecność*	
		OLD	LAB	ENT	Y&M	STA	SALM	LIST
K	0	9,12±0,17	7,46±0,16	7,12±0,12	6,58±0,32	nb	nb	nb
	1	8,42±0,32	8,41±0,29	7,15±0,03	6,22±0,10	ob	nb	nb
A	0	8,71±0,33	7,17± 0,15	5,98±0,27	5,50±0,46	nb	nb	nb
	1	8,45±0,45	8,64±0,46	nb	nb	nb	nb	nb
B	0	8,52±0,16	8,51±0,28	6,69±0,28	5,13±0,06	ob.	nb	nb
	1	9,27±0,27	9,28±0,54	6,38±0,17	nb	nb	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*.

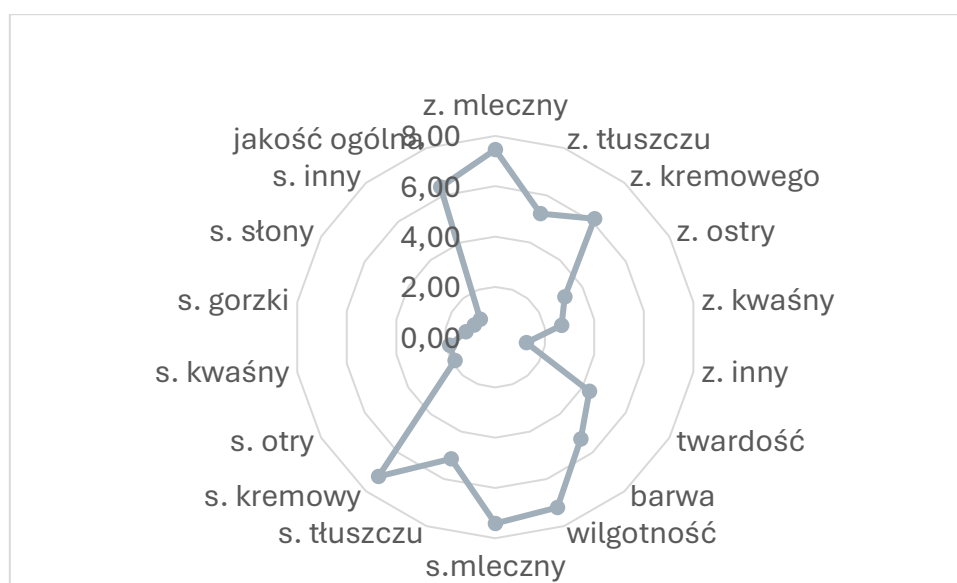
nb – nieobecne; * - obecność bakterii 25g produktu; n=3.

Tabela 31. Średnia wartość aktywności wody (a_w) w serach kwasowo-podpuszczkowych po produkcji, $n=3$

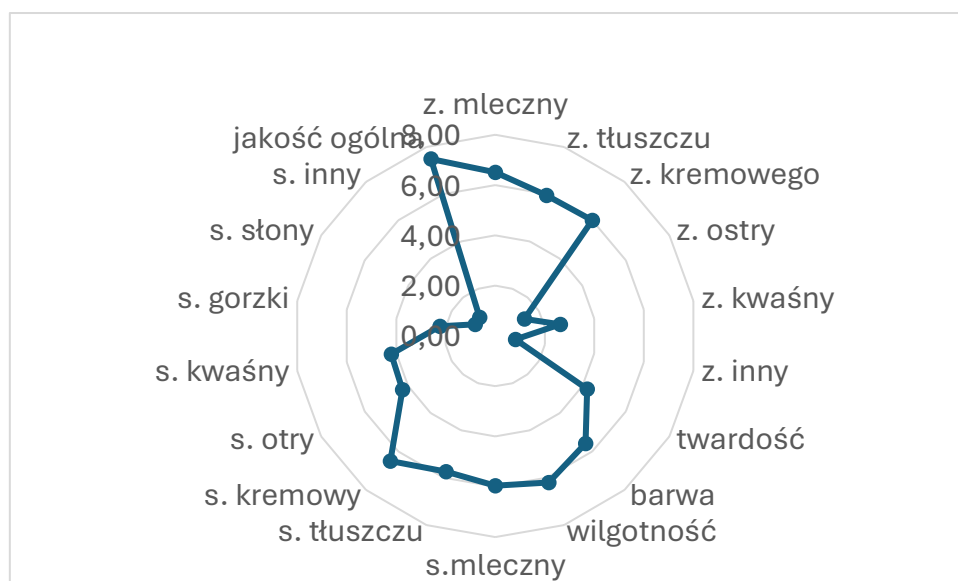
Rodzaj produktu	Próba	a_w
Ser kwasowo-podpuszczkowy z mleka krowiego	K	0,957±0,005
	A	0,947±0,005
	B	0,950±0,000

Ocena jakości sensorycznej

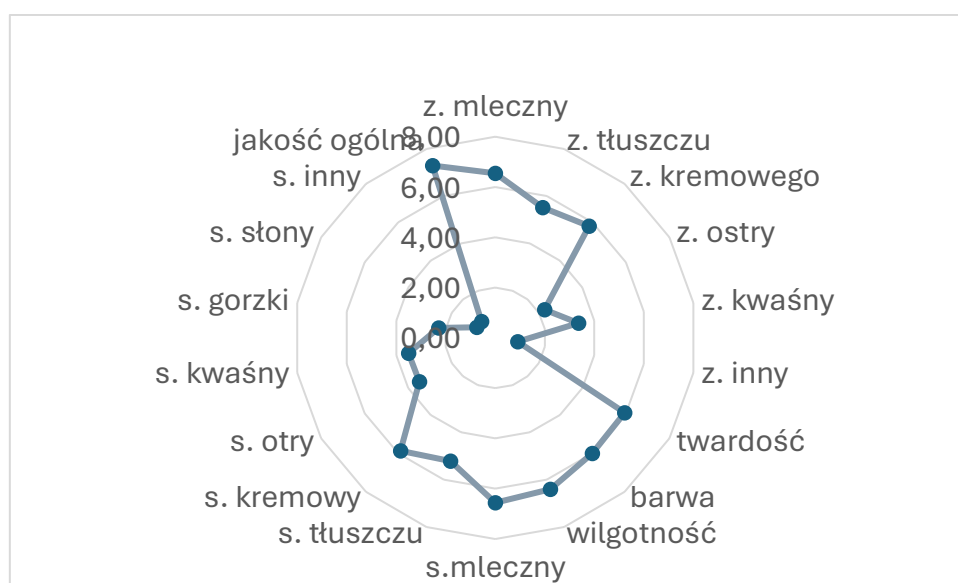
Oceny sensoryczne przeprowadzono za pomocą metody Ilościowej Analizy Opisowej – QDA. Badania wykonywano zgodnie z wymaganiami normy ISO 13299:2016 przez przeszkolony zespół oceniających. Badane wyróżniki sensoryczne wybrano w dyskusji panelowej i dotyczyły one zapachu, barwy i tekstury. Analizę badanych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



Rys. 8. Wyniki oceny sensorycznej serów krowich pasterskich zakładowych po produkcji ($n=16$), z. – zapach, s. – smak



Rys. 9. Wyniki oceny sensorycznej serów krowich pasterskich A (Os2) po produkcji (n=16), z. – zapach, s. – smak

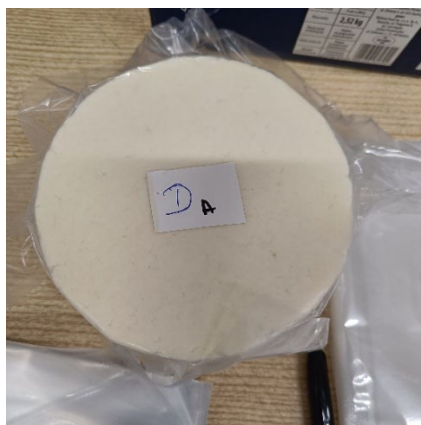


Rys. 10. Wyniki oceny sensorycznej serów krowich pasterskich B (B1) po produkcji (n=16), z. – zapach, s. – smak

SERY KROWIE KWASOWO-PODPUSZCZKOWE II



a) sery krowie zakładowe (Z)



b) ser krowi ze szczepem Kor14 (D)



c) sery krowie z mieszaniną szczepem B1 i Os2 (E)

Rys. 11. Sery krowie kwasowo-podpuszczkowe: a) sery krowie zakładowe, b) sery krowi ze szczepem Kor14, c) sery krowie z mieszaniną szczepów B1 i Os2.

PRODUKACJA I

Warianty badawcze:

Z- ser krowi pasterski zakładowy

D - ser krowi pasterski z wybranym szczepem IBPRS-PIB (Kor14)

E - ser krowi pasterski z wybranym szczepem IBPRS-PIB (B1 i Os2)

Wyniki

Tabela 32. Podstawowy skład serów krowich pasterskich po produkcji (n=2).

Parametr [%]	Z	D	E
Woda	47,35±0,35	49,95±0,15	50,60±0,50
Białko	17,95±0,25	17,00±0,00	17,65±0,15
Tłuszcz	25,15±2,95	27,05±1,15	24,50±0,10
NaCl	1,05±0,05	0,85±0,05	0,85±0,05
Fosfor	0,94±0,00	0,91±0,02	0,90±0,07
Laktoza	0,35±0,05	1,90±0,10	2,10±0,10

Z- ser krowi pasterski zakładowy, D - ser krowi pasterski Kor14, E - ser krowi pasterski B1i Os2

Tabela 33. Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej (°SH) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) (średnia±SD) serów krowich pasterskich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (n=3).

Próba	pH	°SH	ORP
Z	5,59±0,07	38,4±2,61	421,40±22,68
D	6,03±0,01	30,8±1,10	407,40±5,81
E	5,95±0,02	32,4±0,89	322,60±1,67

Z- ser krowi pasterski zakładowy, D - ser krowi pasterski Kor14, E - ser krowi pasterski B1i Os2

Tabela 34. Parametry barwy serów krowich pasterskich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (n=6).

Próba	L	a	b
Z	84,31±1,51	-2,98±0,21	18,93±1,56
D	87,71±0,45	-2,95±0,09	16,51±0,52
E	87,30±0,45	-2,63±0,15	15,59±0,66

Z- ser krowi pasterski zakładowy, D - ser krowi pasterski Kor14, E - ser krowi pasterski B1i Os2

Tabela 35. Skład kwasów tłuszczowych (średnia $\pm$ SD) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych) (n=2).

Kwas tłuszczowy [%]	Po produkcji		
	Z	D	E
C4:0	2,05 $\pm$ 0,05	1,95 $\pm$ 0,25	2,10 $\pm$ 0,10
C6:0	1,45 $\pm$ 0,05	1,35 $\pm$ 0,15	1,45 $\pm$ 0,05
C8:0	0,90 $\pm$ 0,00	0,85 $\pm$ 0,05	0,90 $\pm$ 0,00
C10:0	2,15 $\pm$ 0,05	2,00 $\pm$ 0,10	2,15 $\pm$ 0,05
C10:1	0,20 $\pm$ 0,00	0,20 $\pm$ 0,00	0,20 $\pm$ 0,00
C12:0	2,60 $\pm$ 0,00	2,45 $\pm$ 0,05	2,55 $\pm$ 0,05
C12:1	0,10 $\pm$ 0,00	0,10 $\pm$ 0,00	0,10 $\pm$ 0,00
C13:0	0,10 $\pm$ 0,00	0,10 $\pm$ 0,00	0,10 $\pm$ 0,00
C13:1	0,10 $\pm$ 0,00	0,10 $\pm$ 0,00	0,10 $\pm$ 0,00
C14:0	10,05 $\pm$ 0,05	9,80 $\pm$ 0,10	9,95 $\pm$ 0,05
C14:1	1,10 $\pm$ 0,00	1,10 $\pm$ 0,00	1,10 $\pm$ 0,00
C15:0 br	0,70 $\pm$ 0,00	0,70 $\pm$ 0,00	0,75 $\pm$ 0,05
C15:0	1,40 $\pm$ 0,00	1,40 $\pm$ 0,00	1,40 $\pm$ 0,00
C15:1	0,30 $\pm$ 0,00	0,30 $\pm$ 0,00	0,30 $\pm$ 0,00
C16:0	26,05 $\pm$ 0,05	26,10 $\pm$ 0,10	26,15 $\pm$ 0,05
C16:1	1,75 $\pm$ 0,05	1,75 $\pm$ 0,05	1,80 $\pm$ 0,00
C17:0 br	1,20 $\pm$ 0,00	1,20 $\pm$ 0,00	1,20 $\pm$ 0,00
C17:0	0,80 $\pm$ 0,00	0,80 $\pm$ 0,00	0,80 $\pm$ 0,00
C17:1	0,30 $\pm$ 0,00	0,30 $\pm$ 0,00	0,30 $\pm$ 0,00
C18:0	11,95 $\pm$ 0,05	12,10 $\pm$ 0,20	11,95 $\pm$ 0,05
C18:1trans	5,15 $\pm$ 0,05	5,25 $\pm$ 0,05	5,15 $\pm$ 0,05
C18:1cis9	19,65 $\pm$ 0,05	19,8 $\pm$ 0,20	19,55 $\pm$ 0,15
C18:1cis11	0,50 $\pm$ 0,00	0,50 $\pm$ 0,00	0,50 $\pm$ 0,00
C18:1 c inne	1,55 $\pm$ 0,05	1,90 $\pm$ 0,00	1,60 $\pm$ 0,00
C18:2 trans	0,75 $\pm$ 0,05	0,80 $\pm$ 0,00	0,80 $\pm$ 0,00
C18:2	2,10 $\pm$ 0,00	2,10 $\pm$ 0,05	2,10 $\pm$ 0,00
C18:3n3	1,70 $\pm$ 0,00	1,65 $\pm$ 0,05	1,65 $\pm$ 0,05
C18:2c9t11	1,90 $\pm$ 0,00	1,95 $\pm$ 0,05	1,90 $\pm$ 0,00
C20:0	0,20 $\pm$ 0,00	0,20 $\pm$ 0,00	0,15 $\pm$ 0,05

Kwas tłuszczowy [%]	Z	D	E
C20:1	0,15±0,05	0,10±0,00	0,15±0,05
C20:2	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C20:3n6	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C20:4n6	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C22:5	n.w.	0,10±0,00	n.w.
C22:5n3	0,15±0,05	0,20±0,00	0,20±0,00
C22:0	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C22:1	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C24:1	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
Σ nasycone	61,80±0,00	61,20±0,40	61,80±0,20
Σ jednonienasycone	30,95±0,05	31,50±0,20	30,95±0,15
Σ wielonienasycone	6,90±0,10	7,10±0,10	6,95±0,05
Cholesterol	63,85±2,15	59,45±1,05	52,45±3,05

n.w.- nie wykryto, Z- ser krowi pasterski zakładowy, D - ser krowi pasterski Kor14, E - ser krowi pasterski Bli Os2

Tabela 36. Zawartość wolnych aminokwasów fizjologicznych w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji [mg/g] (n=2).

Aminokwasy	Z	D	E
asparagina	1,7±0,7	0,9±0,0	n.w.
glutamina	1,2±0,2	0,6±0,0	n.w.
arginina	0,6±0,1	0,4±0,0	0,3±0,0
seryna	2,8±0,5	1,0±0,2	0,4±0,0
kwas asparaginowy	7,8±0,9	2,9±1,6	0,6±0,0
kwas glutaminowy	20,6±0,5	6,5±2,2	2,6±0,2
treonina	2,1±0,1	0,7±0,2	0,3±0,0
glicyna	1,3±0,0	0,9±0,1	1,3±0,0
tryptofan	1,6±0,2	1,4±0,3	0,8±0,0
alanina	4,3±0,7	2,1±0,6	1,3±0,1
prolina	10,4±1,0	3,7±1,2	1,3±0,0
walina	5,2±0,4	2,8±0,8	1,8±0,0
metionina	2,1±0,0	0,8±0,2	0,4±0,0

Aminokwasy	Z	D	E
fenyloalanina	12,4±0,5	5,5±1,2	2,7±0,1
leucyna+izoleucyna	12,6±2,0	5,4±1,7	3,2±0,0
ornityna	8,0±0,9	2,3±0,1	1,7±0,1
lizyna	4,5±0,7	5,6±1,1	3,3±0,1
histydyna	5,1±1,9	2,0±0,6	1,1±0,0
tyrozyna	6,6±0,4	0,8±0,3	0,5±0,0

n.w.- nie wykryto; Z- ser krowi pasterski zakładowy, D - ser krowi pasterski Kor14, E - ser krowi pasterski B1i Os2

Tabela 37. Zawartość amin biogennych w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji [mg/g].

Parametr	Próba badawcza		
	Z	D	E
Histamina	5,11±0,54	n.w.	n.w.
Tyramina	0,34±0,06	1,58±0,37	1,91±0,49
Putrescyna	0,06±0,00	0,14±0,05	0,15±0,03
Kadaweryna	8,03±0,51	0,79±0,14	1,74±0,29
Spermidyna	n.w.	n.w.	n.w.
Agmantyna	n.w.	n.w.	n.w.
Spermina	n.w.	n.w.	n.w.

n.w.- nie wykryto; Z- ser krowi pasterski zakładowy, A - ser krowi pasterski Os2, B - ser krowi pasterski B1

PRODUKACJA II

Warianty badawcze:

Z- ser krowi pasterski zakładowy

D - ser krowi pasterski z wybranym szczepem IBPRS-PIB (Kor14)

E - ser krowi pasterski z wybranym szczepem IBPRS-PIB (B1 i Os2)

Wyniki

Tabela 38. Podstawowy skład serów krowich pasterskich po produkcji (n=2).

Parametr [%]	Z	D	E
Woda	48,25±0,25	47,15±0,15	48,00±0,60
Białko	18,05±0,25	19,55±0,25	18,75±0,55
Tłuszcz	26,40±0,30	27,05±1,05	26,55±1,05
NaCl	0,95±0,05	0,95±0,05	0,90±0,10
Fosfor	0,92±0,01	1,05±0,01	0,99±0,03
Laktoza	0,65±0,05	1,10±0,10	1,55±0,05

Z- ser krowi pasterski zakładowy, D - ser krowi pasterski Kor14, E - ser krowi pasterski B1i Os2

Tabela 39. Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej (°SH) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) (średnia±SD) serów krowich pasterskich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (n=3).

Próba	pH	°SH	ORP
Z	5,65±0,02	42±1,41	360,20±3,11
D	5,81±0,04	33,6±1,67	333,80±2,17
E	5,98±0,04	28,8±1,10	321,00±3,54

Z- ser krowi pasterski zakładowy, D - ser krowi pasterski Kor14, E - ser krowi pasterski B1 i Os2

Tabela 40. Parametry barwy serów krowich pasterskich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (n=6).

Próba	L	a	b
Z	85,88±0,62	-2,87±0,13	17,50±0,64
D	85,80±0,64	-2,87±0,16	17,54±0,93
E	86,29±0,58	-2,83±0,20	17,10±1,00

Z- ser krowi pasterski zakładowy, D - ser krowi pasterski Kor14, E - ser krowi pasterski B1i Os2

Tabela 41. Skład kwasów tłuszczowych (średnia±SD) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych) (n=2).

Kwas tłuszczowy [%]	Po produkcji		
	Z	D	E
C4:0	2,00±0,10	2,15±0,15	1,95±0,05
C6:0	1,40±0,10	1,45±0,05	1,35±0,05
C8:0	0,85±0,05	0,90±0,00	0,80±0,00

Kwas tłuszczowy [%]	Z	D	E
C10:0	2,10±0,10	2,10±0,00	2,00±0,00
C10:1	0,20±0,00	0,20±0,00	0,20±0,00
C12:0	2,55±0,05	2,55±0,05	2,50±0,00
C12:1	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C13:0	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C13:1	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C14:0	9,95±0,05	9,90±0,00	9,85±0,05
C14:1	1,10±0,00	1,10±0,00	1,10±0,00
C15:0 br	0,75±0,05	0,70±0,00	0,70±0,00
C15:0	1,40±0,00	1,40±0,00	1,40±0,00
C15:1	0,30±0,00	0,30±0,00	0,30±0,00
C16:0	25,95±0,05	25,95±0,05	26,10±0,00
C16:1	1,80±0,00	1,80±0,05	1,85±0,05
C17:0 br	1,15±0,05	1,20±0,00	1,20±0,00
C17:0	0,80±0,00	0,80±0,00	0,80±0,00
C17:1	0,30±0,00	0,30±0,00	0,30±0,00
C18:0	11,90±0,20	11,90±0,10	12,05±0,05
C18:1trans	5,25±0,05	5,20±0,00	5,25±0,05
C18:1cis9	19,55±0,15	19,55±0,15	19,60±0,00
C18:1cis11	0,40±0,10	0,50±0,00	0,50±0,00
C18:1 c inne	1,95±0,15	1,80±0,00	1,80±0,10
C18:2 trans	0,80±0,00	0,75±0,05	0,80±0,00
C18:2	2,10±0,00	2,10±0,00	2,10±0,00
C18:3n3	1,70±0,00	1,70±0,00	1,70±0,00
C18:2c9t11	1,95±0,05	1,95±0,05	1,90±0,00
C20:0	0,20±0,00	0,20±0,00	0,20±0,00
C20:1	0,10±0,00	0,20±0,00	0,20±0,00
C20:2	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C20:3n6	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C20:4n6	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C22:5	n.w.	0,10±0,00	0,10±0,00
C22:5n3	0,20±0,00	0,20±0,00	0,20±0,00

Kwas tłuszczowy [%]	Z	D	E
C22:0	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C22:1	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C24:1	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
Σ nasycone	61,30±0,20	61,50±0,10	61,20±0,10
Σ jednonienasycone	31,35±0,15	31,2±0,15	31,40±0,10
Σ wielonienasycone	7,05±0,05	7,10±0,10	7,10±0,00
Cholesterol	62,35±1,35	62,65±1,75	61,10±2,20

n.w.- nie wykryto, Z- ser krowi pasterski zakładowy, D - ser krowi pasterski Kor14, E - ser krowi pasterski B1i Os2

Tabela 42. Zawartość wolnych aminokwasów fizjologicznych w serach krowich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji [mg/g] (n=2).

Aminokwasy	Z	D	E
asparagina	2,2±1,0	0,8±0,0	n.w.
glutamina	1,0±0,3	0,5±0,1	n.w.
arginina	0,4±0,1	0,4±0,0	0,3±0,0
seryna	2,1±0,3	0,9±0,1	0,4±0,0
kwas asparaginowy	9,3±1,5	4,1±0,3	0,6±0,0
kwas glutaminowy	22,9±4,5	7,9±0,1	2,6±0,2
treonina	2,2±0,5	0,7±0,0	0,3±0,0
glicyna	1,1±0,1	0,6±0,0	1,3±0,0
tryptofan	1,7±0,2	1,3±0,1	0,8±0,0
alanina	4,1±0,9	2,3±0,1	1,3±0,1
prolina	10,5±1,9	5,1±0,1	1,3±0,0
walina	5,8±0,9	3,3±0,1	1,8±0,0
metionina	2,2±0,3	0,8±0,0	0,4±0,0
fenyloalanina	12,1±1,9	6,6±0,1	2,7±0,1
leucyna+izoleucyna	17,0±4,0	5,9±0,3	3,2±0,0
ornityna	6,0±1,6	2,3±0,0	1,7±0,1
lizyna	3,6±1,5	6,7±0,2	3,3±0,1
histydyna	5,9±0,9	2,3±0,2	1,1±0,0
tyrozyna	5,1±1,7	0,9±0,0	0,5±0,0

n.w.- nie wykryto; Z- ser krowi pasterski zakładowy, D - ser krowi pasterski Kor14, E - ser krowi pasterski B1i Os2

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

Parametr	Próba badawcza		
	Z	D	E
Histamina	1,33±0,46	n.w.	n.w.
Tyramina	0,70±0,34	1,66±0,15	1,10±0,04
Putrescyna	n.w.	0,16±0,01	0,11±0,01
Kadaweryna	6,55±1,14	0,85±0,07	0,99±0,02
Spermidyna	n.w.	n.w.	n.w.
Agmantyna	n.w.	n.w.	n.w.
Spermina	n.w.	n.w.	n.w.

n.w.- nie wykryto; Z- ser krowi pasterski zakładowy, A - ser krowi pasterski Os2, B - ser krowi pasterski B1

W tabeli 44 przedstawiono wyniki parametrów tekstury serów kwasowo-podpuszczkowych wyprodukowanych z mleka krowiego w Zakładzie Figa po produkcji.

Tabela 44. Parametry tekstury badanych serów podpuszczkowych krowich po produkcji (n=3)

Parametr	Wariant		
	Z	D	E
Twardość 1 [N]	20,94±2,34	18,43±2,0	21,93± 2,81
Adhezyjność [mJ]	4,2±2,55	5,2±3,8	1,37±0,6
Twardość 2 [N]	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
Spoistość	1,08±0,08	1,14±0,12	1,07±0,05
Sprężystość [mm]	3,02±0,45	2,34±0,6	2,95±0,31
Gumowatość [N]	22,63±3,31	20,84± 1,94	23,53± 4,15
Żujność [mJ]	68,87± 8,39	65,57± 10,68	70,27± 20,02
Odbojność	0,42±0,01	0,52±0,04	0,47±0,01

K- ser krowi pasterski zakładowy, D - ser krowi pasterski Kor14, E - ser krowi pasterski B1i Os2

Ocena mikrobiologiczna

Wybrane wskaźniki jakości mikrobiologicznej serów kwasowo-podpuszczkowych wyprodukowanych z mleka krowiego znajdują się w tabeli 45.

Tabela 45. Obecność i średnia liczba wybranych mikroorganizmów w serach kwasowo-podpuszczkowych po produkcji

Próba	Liczba komórek bakterii [log jtk/ml]					Obecność*	
	OLD	LAB	ENT	Y&M	STA	SALM	LIST
Z	8,48±0,18	8,19±0,17	6,26±0,28	6,37±0,27	ob	ob	nb
D	8,64±0,28	7,64±0,46	6,35±0,30	5,98±0,46	ob	ob	nb
E	8,53±0,31	8,63±0,19	5,28±0,28	6,33±0,41	ob	ob	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.

Tabela 46. Średnia wartość aktywności wody (a_w) w serach kwasowo-podpuszczkowych po produkcji, n=3

Rodzaj produktu	Próba	a_w
Ser kwasowo-podpuszczkowy z mleka krowiego	Z	0,969±0,020
	D	0,960±0,000
	E	0,967±0,005

K- ser krowi pasterski zakładowy, D - ser krowi pasterski Kor14, E - ser krowi pasterski B1i Os2

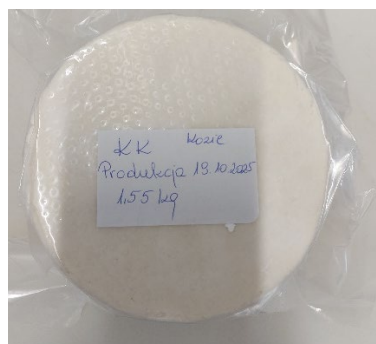
SERY KOZIE KWASOWO-PODPUSZCZKOWE



a) ser kozi zakładowy



b) ser kozi ze szczepem B1



c) ser kozi ze szczepem Kor14

Rys. 12. Sery kozie kwasowo-podpuszczkowe: a) ser kozi zakładowy, b) ser kozi ze szczepem B1, c) ser kozi ze szczepem Kor14.

Warianty badawcze:

CK- ser kozi farmerski zakładowy

BK - ser kozi farmerski z wybranym szczepem IBPRS-PIB (B1)

KK - ser kozi farmerski z wybranym szczepem IBPRS-PIB (Kor 14)

Wyniki

Tabela 47. Podstawowy skład serów kozich farmerski kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (n=2).

Parametr [%]	CK	BK	KK
Woda	50,9±0,4	49,6±0,6	52,0±0,3
Białko	18,2±0,5	19,6±0,4	19,0±0,4
Tłuszcz	24,4±0,0	23,5±0,3	20,8±0,1
NaCl	0,6±0,1	0,7±0,1	0,7±0,1
Fosfor	1,1±0,0	1,2±0,0	1,2±0,0
Laktoza	3,0±0,8	2,6±0,0	2,55±0,0

CK- ser kozii farmerski zakładowy, BK - ser kozii farmerski B1, KK- ser kozii farmerski Kor 14

Tabela 48. Wartość parametru pH, kwasowości ogólnej (°SH) i potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) (średnia±SD) serów kozich farmerski kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (n=6).

Próba	pH	°SH	ORP
CK	6,18±0,02	15,67±1,51	282,00±13,11
BK	6,45±0,01	14,33±1,51	346,17±13,61
KK	5,68±0,02	34,67±1,03	305,50±11,71

CK- ser kozii farmerski zakładowy, BK - ser kozii farmerski B1, KK- ser kozii farmerski Kor 14

Tabela 49. Parametry barwy serów kozich farmerski kwasowo-podpuszczkowych (n=15) po produkcji (n=12).

Próba	L	a	b
CK	85,80±0,38	-1,93±0,08	10,30±0,39
BK	85,34±0,49	-2,02±0,14	10,93±0,32
KK	86,52±0,51	-1,92±0,11	9,66±0,48

CK- ser kozii farmerski zakładowy, BK - ser kozii farmerski B1, KK- ser kozii farmerski Kor 14

Tabela 50. Skład kwasów tłuszczowych (średnia±SD) i zawartość cholesterolu (mg/100g) w serach kozich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych) (n=2).

Kwas tłuszczowy [%]	Po produkcji		
	CK	BK	KK
C4:0	1,40±0,10	1,60±0,10	1,50±0,00
C6:0	1,90±0,00	1,90±0,10	1,90±0,00
C8:0	2,50±0,00	2,45±0,05	2,50±0,00

Kwas tłuszczowy [%]	CK	BK	KK
C10:0	9,00±0,00	8,90±0,10	9,00±0,00
C10:1	0,30±0,00	0,30±0,00	0,30±0,00
C12:0	4,60±0,00	4,50±0,00	4,60±0,00
C12:1	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C13:0 br	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C13:0	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C14:0	11,00±0,00	10,95±0,05	11,00±0,00
C14:1	0,30±0,00	0,60±0,00	0,30±0,00
C15:0 br	0,60±0,00	0,60±0,00	0,60±0,00
C15:0	1,00±0,00	1,00±0,00	1,00±0,00
C15:1	0,30±0,00	0,30±0,00	0,30±0,00
C16:0	25,20±0,00	25,15±0,15	25,25±0,05
C16:1	1,30±0,00	1,25±0,05	1,25±0,05
C17:0 br	1,30±0,00	1,25±0,05	1,30±0,00
C17:0	0,70±0,00	0,70±0,00	0,70±0,00
C17:1	0,30±0,00	0,30±0,00	0,30±0,00
C18:0	9,00±0,00	8,95±0,05	9,00±0,00
C18:1trans	1,30±0,00	1,30±0,00	1,30±0,00
C18:1cis9	20,70±0,10	20,60±0,10	20,65±0,05
C18:1cis11	0,30±0,00	0,40±0,00	0,40±0,00
C18:1 c inne	1,25±0,05	1,20±0,00	1,30±0,00
C18:2trans	n.w.	0,10±0,00	0,05±0,05
C18:2	2,15±0,05	2,20±0,00	2,10±0,10
C18:3n3	1,10±0,00	1,10±0,00	1,10±0,00
C18:2c9t11	0,65±0,05	0,70±0,00	0,65±0,05
C20:0	0,30±0,00	0,30±0,00	0,30±0,00
C20:1	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C20:2	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C20:4n6	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C20:5 EPA	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
C22:5n3	0,20±0,00	0,20±0,00	0,20±0,00
C22:6 DHA	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00

Kwas tłuszczowy [%]	CK	BK	KK
C22:0	0,20±0,00	0,20±0,00	0,20±0,00
C24:0	0,10±0,00	0,1±0,00	0,10±0,00
Σ nasycone	68,90±0,10	68,65±0,15	69,05±0,05
Σ jednonienasycone	26,25±0,05	26,45±0,05	26,30±0,00
Σ wielonienasycone	4,50±0,00	4,70±0,00	4,50±0,00
Cholesterol	43,20±0,20	39,75±1,25	33,90±2,40

n.w.- nie wykryto, CK- ser kozi farmerski zakładowy, BK - ser kozi farmerski B1, KK- ser kozi farmerski Kor 14

Ocena mikrobiologiczna

W tabeli 51 zebrano wyniki jakości mikrobiologicznej serów kwasowo-podpuszczkowych wyprodukowanych z mleka koziego.

Tabela 51. Obecność i średnia liczba wybranych mikroorganizmów w serach kozich kwasowo-podpuszczkowych po produkcji

Próba	Liczba komórek bakterii [log jtk/ml]					Obecność*	
	OLD	LAB	ENT	Y&M	STA	SALM	LIST
CK	8,24±0,11	7,67±0,37	6,80±0,19	6,78±0,94	ob	ob	nb
BK	8,48±0,43	8,17±0,28	5,39±0,55	5,6±0,48	ob	ob	nb
KK	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.

Objaśnienia: OLD - ogólna liczba drobnoustrojów, 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.

CK- ser kozi farmerski zakładowy, BK - ser kozi farmerski B1, KK- ser kozi farmerski Kor 14

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.

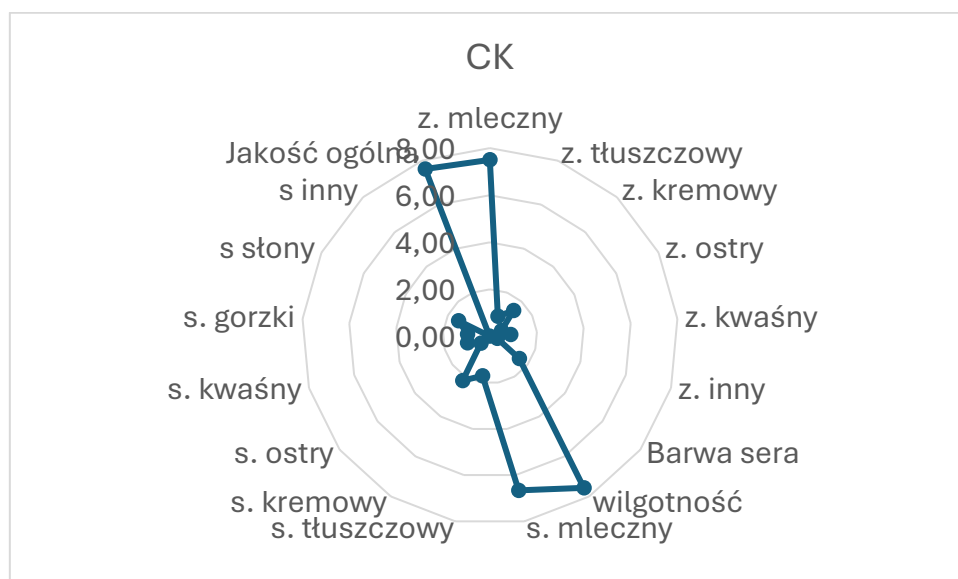
Tabela 52. Średnia wartość aktywności wody (a_w) w serach kwasowo-podpuszczkowych po produkcji, n=3

Rodzaj produktu	Próba	a_w
	CK	0,983±0,005
	BK	0,977±0,005

Ser kwasowo- podpuszczkowy z mleka koziego	KK	0,980±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. 13. Wyniki oceny sensorycznej serów kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (n=5), z. - zapach, s - smak.



Rys. 14. Wyniki oceny sensorycznej serów kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (n=5), z. - zapach, s - smak.



Rys. 15. Wyniki oceny sensorycznej serów kwasowo-podpuszczkowych po produkcji (n=5), z. - zapach, s - smak.

Część III (Podsumowanie i wnioski)

Podsumowanie

Sery twarogowe to liczna grupa produktów mleczarskich powszechnie spożywanych w krajach Europy Środkowej i Wschodniej, a szczególnie w Polsce. Ich atrakcyjność uwarunkowana jest tradycją, przyzwyczajeniami żywieniowymi oraz stosunkowo niską ceną. W diecie człowieka sery twarogowe stanowią pod względem odżywczym dobre źródło łatwostrawnego i pełnowartościowego białka, lekkostrawnego tłuszczu mlekowego oraz wielu witamin i składników mineralnych. Sery twarogowe dostarczają do naszego przewodu pokarmowego liczną i ważną grupę drobnoustrojów środowiskowych. Mleko jest ważną częścią diety człowieka, przede wszystkim ze względu na wysoką zawartość składników odżywczych, zwłaszcza białek i tłuszczów. Przetwarzanie mleka zwiększa jego bezpieczeństwo, jednocześnie modyfikując jego skład i strukturę, wpływając na uwalnianie związków biologicznie aktywnych. Produkcja kwasowych serów twarogowych polega na odpowiedniej obróbce skrzepu mleka odtłuszczonego lub normalizowanego pod względem zawartości tłuszczu, rzadziej maślanki lub jej mieszaniny z mlekiem, skoagulowanego w wyniku ukwaszania przez kultury bakterii fermentacji mlekowej do kwasowości czynnej strefy punktu izoelektrycznego białek frakcji kazeinowej. Po osiągnięciu wartości pH 4,5 - 4,6 zewnętrzny ładunek elektryczny miceli kazeinowych jest równy zero i tracą one zdolność wiązania wody, a tym samym ochronną powłokę hydratacyjną, w następstwie czego ulegają agregacji. Powstaje wtedy żel kazeinowy, nazywany skrzepem, zamykający w uporządkowanej przestrzennej strukturze sieciowej pozostałe składniki mleka. Niektóre z najważniejszych metabolitów pochodzenia bakteryjnego zidentyfikowanych w mleku krowim obejmują kwas mlekowy, który przyczynia się do lekko gorzkiego smaku fermentowanych produktów mlecznych, ale ma właściwości przeciwbakteryjne i konserwujące, bioaktywne peptydy, fragmenty białek o różnych funkcjach biologicznych, takich jak regulacja ciśnienia krwi i aktywność przeciwutleniająca; witamina K₂, ważna dla zdrowia kości i układu krążenia; oraz sprzężone kwasy linolowe, kwasy tłuszczowe o właściwościach przeciwnowotworowych i przeciwzapalnych. W ten sposób korzystny potencjał metabolitów pochodzenia bakteryjnego w mleku krowim jest ukierunkowany na wzmocnienie układu odpornościowego, pomoc w zapobieganiu infekcjom i poprawę odpowiedzi na chorobę, promowanie zdrowia jelit poprzez wpływanie na skład mikrobioty jelitowej człowieka, promowanie zdrowej równowagi bakterii i poprawę trawienia, zapewnienie właściwości przeciwdrobnoustrojowych, biorąc pod uwagę, że niektóre metabolity wytwarzane przez bakterie w mleku, takie jak bakteriocyny, mogą

pomóc w walce z bakteriami chorobotwórczymi; i zapewnia działanie przeciwzapalne. Sugeruje się, że niektóre metabolity mają właściwości przeciwzapalne, które są potencjalnie korzystne w różnych chorobach przewlekłych. Istnieje również potencjał prebiotyczny, biorąc pod uwagę, że niektóre bakterie w mleku, takie jak pałeczki kwasu mlekowego i bifidobakterie, wytwarzają metabolity, które są wykorzystywane jako prebiotyki w sfermentowanej żywności i suplementach diety ze względu na ich korzyści zdrowotne.

Celem proponowanych badań było przywrócenie tradycyjnej produkcji twarogów w krajowych gospodarstwach ekologicznych poprzez przygotowanie odpowiedniego zakwasu na bazie wyselekcjonowanych szczepów bakterii kwasu mlekowego (*Levilactobacillus brevis* B1 wyizolowany z regionalnego sera typu bundz oraz *Lactiplantibacillus plantarum* Os2 wyizolowany z regionalnego sera typu oscypek oraz dodatkowo *Lactiplantibacillus plantarum* Kor14 z regionalnego sera korycińskiego) pozyskanych z rodzimych produktów fermentowanych i bakterii środowiskowych znajdujących się w otoczeniu producenta. W badaniach przeprowadzono ocenę wpływu szczepów bakterii kwasu mlekowego na technologię produkcji twarogu od jego tworzenia w procesie technologicznym i przechowywania do czasu dotarcia do konsumenta. Zastosowane szczepy bakterii kwasu mlekowego, wykazywały różny poziom wybranych związków aktywnych, do poziomu obserwowanego w próbie kontrolnej, co potwierdza ich potencjał w zakresie rozwoju lokalnego funkcjonalnego produktu mlecznego. Produkty z dodatkiem proponowanych mikroorganizmów, oferowały zwiększoną wydajność procesu technologicznego. Zróżnicowanie wartości obserwujemy w zawartości wody, białka i tłuszczu. Można sądzić, że w gotowym produkcie jest zwiększona ilość aktywnych składników mleka. W ten sposób można zwiększyć wykorzystanie aktywnych substancji, które nie pozostają w serwatce po procesie technologicznym. W wynikach badań obserwujemy interesujące zmiany w poziomie kwasów tłuszczowych. Zrównoważone profile kwasów tłuszczowych i rozsądne ilości dostępnych mikroorganizmów, osiągając wartości od 8,3 do 9,2 log CFU na gram w produkcie końcowym. Należy rozważyć dalsze badania nad optymalizacją warunków fermentacji (np. temperatury, czasu i stężenia inokulum), żywotności bakterii kwasu mlekowego (LAB) podczas przechowywania oraz stabilności poziomów nienasyconych kwasów tłuszczowych. Wśród związków bioaktywnych będących przedmiotem zainteresowania w sektorze mleczarskim przebadano poziom wolnych aminokwasów i amin biogennych. Ważnym elementem badań była ocena wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, które wykazało korzystny wpływ na zdrowie zwiększonej ilości nienasyconych kwasów tłuszczowych w produkcie z dodatkiem proponowanych drobnoustrojów. Warto

dodać, że produkty mleczne pochodzące od przeżuwaczy są jednymi z najbogatszych naturalnych źródeł CLA. CLA powstaje głównie w wyniku biouwodornienia kwasu linolowego (LA) w żwaczu i desaturacji kwasu trans wakcenowego (C18:11) w gruczole sutkowym, który przekształca lipidy pokarmowe w ten bioaktywny związek. Wytwarzany przez mikroorganizmy podczas procesu fermentacji i przechowywania, CLA może wiązać się z kilkoma korzystnymi efektami zdrowotnymi, w tym z działaniem immunomodulującym oraz właściwościami przeciwzapalnymi, przeciwbakteryjnymi i przeciwnowotworowymi. CLA został uznany za potencjał do zmniejszania hipercholesterolemii i pomocy w kontrolowaniu przyrostu masy ciała. W fermentowanym mleku krowim i kozim zawierającym odpowiednie bakterii całkowita ilość krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (SCFA), zwłaszcza kwasu masłowego (C4:0) i kwasu kapronowego (C6:0), była nieznacznie wyższa w porównaniu do produktu ze szczepami próby kontrolnej. Szczepami próby kontrolnej są prawdopodobnie nieznanego pochodzenia kultury startowe, gdzie może być bardzo dominujący szczep na produkcję kwasu mlekowego. Różnice w aktywności lipazy lipoproteinowej, odpowiedzialnej za hydrolizę długołańcuchowych kwasów tłuszczowych (LCFA) oraz tworzenie krótko- i średnio- łańcuchowych kwasów tłuszczowych, wraz z obecnością dodawanych bakterii środowiskowych, mogą istotnie wpływać na profil kwasów tłuszczowych ze względu na aktywność lipolityczną i proteolityczną oraz tworzenie cech smakowych i zapachowych co potwierdzono w wynikach badań oceny sensorycznej.

Wnioski

Otrzymane wyniki badań wskazują, że zastosowanie drobnoustrojów środowiskowych do produkcji twarogów mlecznych jest uzasadnione pozytywnymi wynikami w zakresie: poziomu drobnoustrojów, zmiany w kwasach tłuszczowych z nasyconych na wielonienasycone i wartościami wielu innych ważnych składników żywności dla człowieka. Warto zaznaczyć, że produkty pochodzące z wykorzystaniem naturalnej lokalnej fermentacji mlekowej mogą mieć istotne korzyści zdrowotne. Bioróżnorodność lokalnych produktów bogatych w lokalne drobnoustroje może sprzyjać utrzymaniu prozdrowotnej mikroflory jelitowej człowieka, wpływając korzystnie na trawienie i układ odpornościowy. Z tego powodu lokalne twarogi ekologiczne i inne produkty mleczne, powinny stanowić ważny element diety wspierające zdrowy styl życia.

Część IV (Literatura i publikacje)

Literatura wykorzystana w opracowaniu sprawozdania

1. Ołdak, A., Zielińska, D., Rzepkowska, A., & Kołożyn-Krajewska, D. (2017). 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*, 2017(1), 6820369.
2. Ołdak, A., Zielińska, D., Łepecka, A., Długosz, E., & Kołożyn-Krajewska, D. (2020). *Lactobacillus plantarum* strains isolated from Polish regional cheeses exhibit anti-staphylococcal activity and selected probiotic properties. *Probiotics and antimicrobial proteins*, 12(3), 1025-1038.
3. Barylko-Pikielna N., Matuszewska I., 2009, Sensoryczne badania żywności. Podstawy. Metody. Zastosowania, Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, Kraków.
4. Borowski J.: Analiza sensoryczna w zapewnieniu i kontroli jakości wyrobów mleczarskich oraz okresu ich przydatności do spożycia. *Przegl. Mlecz.*, 2006, 6, 177- 179.
5. 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.
6. Dmytrów I.: Wpływ probiotycznych bakterii kwasu mlekowego na stabilność przechowalniczą kwasowych serów twarogowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2015, 5 (102), 49-60.
7. Dolatowski Z., Stasiak D.: Wpływ mechanizacji tradycyjnej linii do produkcji twarogu na jego parametry tekstury, *Zeszyty Naukowe Politechniki Opolskiej, Mechanika*, 2000, 60, 451-476.
8. Jureczak M. (2005). *Mleko - produkcja, badanie, przerób*. Warszawa, Wydawnictwo SGGW, ISBN 83-7244-599-0.
9. Pijanowski E., Dłużewski M., Dłużewska A., Jarczyk A. 2004. *Ogólna Technologia Żywności*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa: 51.
10. Pijanowski E., Zmarlicki S., Gawęł J., Molska I. (1984). *Zarys chemii i technologii mleczarstwa*, Tom 1, PWRiL Warszawa.
11. Pluta A., Sery podpuszczkowe o zmniejszonej zawartości tłuszczu, „Przemysł Spożywczy” październik 2009, tom 63, s. 14-20.
12. 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.

13. Siemianowski K., Lis A., Bohdziewicz K., Szpendowski J. (2015). Porównanie wybranych cech tekstury skrzepu kwasowego otrzymanego z mleka pasteryzowanego i mleka mikrofiltrowanego. *Engineering Sciences And Technologies*. 10.15611/nit.2015.3.05.
14. Ziajka S. (1997). *Mleczarstwo. Zagadnienia wybrane*. T II, Wydawnictwo AR-T. Olsztyn

Publikacje z badań ekologicznych 2019 – 2025

1. Łaskiewicz B., Szymański P., Kołożyn-Krajewska D. (2019). Wpływ wybranych szczepów bakterii kwasu mlekowego na przydatność technologiczną i jakość mikrobiologiczną mięsa drobiowego oddzielonego mechanicznie. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 26, 3(120), 122-134. (MNiSW₂₀₁₉=20 pkt.)
2. Okoń A., Szymański P., Dolatowski Z. J. (2019). Wpływ serwatki kwasowej na jakość fizykochemiczną i stabilność barwy fermentowanych kielbas ekologicznych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3(120), 135-147. (MNiSW₂₀₁₉=20 pkt.)
3. Łaskiewicz B., Szymański P., Kołożyn-Krajewska D. (2020). The effect of selected lactic acid bacterial strains on the technological and microbiological quality of mechanically separated poultry meat cured with a reduced amount of sodium nitrite. *Poultry Science*, 100(1), 263-272. (MNiSW₂₀₂₀=140 pkt., IF₂₀₂₀=3.352)
4. Łepecka A.; Szymański P.; Okoń A. Indigenous Lactic Acid Bacteria as Antioxidant Agents in the Production of Organic Raw Fermented Sausages. *Antioxidants* 2024, 13, 1305. MEiN= 100 pkt, IF= 6.0 <https://doi.org/10.3390/antiox13111305>
5. Okoń A.; Zielińska D*.; Szymański P.; Łepecka A.; Siekierko U.; Neffe-Skocińska K.*; Trzaskowska M.*; Kajak-Siemaszko K.*; Sionek B.*; Karbowski M.*; Kołożyn-Krajewska D.*; Dolatowski Z. J. The Effect of Apple Vinegar Addition on the Quality and Shelf Life of Cooked Sausage during Chilling Storage. *Appl. Sci.* 2024, 14, 4027. MEiN= 100 pkt, IF= 2,5 <https://doi.org/10.3390/app14104027>
6. Ruda B., Okoń A., Trzaskowska M., Szymański P., Dolatowski Z.J.: Wpływ miejsca pozyskiwania drewna na jakość i bezpieczeństwo zdrowotne kielbas wędzonych. *Żywn. Nauka. Technol. Jakość* 2020, 27, 3, (124) Numer DOI 10.15193/zntj/2020/124/351 (MNiSW₂₀₂₀=20 pkt.).
7. Łepecka, A., Szymański, P., Rutkowska, S., Iwanowska, K., & Kołożyn-Krajewska, D. (2021). The Influence of Environmental Conditions on the Antagonistic Activity of Lactic Acid Bacteria Isolated from Fermented Meat Products. *Foods*, 10(10), 2267. (MNiSW₂₀₂₁=100 pkt., IF₂₀₂₁=4.350)
8. Łaskiewicz B., Szymański P., Kołożyn-Krajewska D.: Application of *Lactiplantibacillus plantarum* SCH1 for the Bioconservation of Cooked Sausage Made from Mechanically Separated Poultry Meat. *Applied Sciences* 2021, 11, 1576. (MNiSW₂₀₂₁=100 pkt., IF₂₀₂₁=2,679).

Część V (Poradnik)

PORADNIK **Procesu technologicznego ekologicznych serów**

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

Wstęp

Od tysięcy lat człowiek wykorzystuje drobnoustroje występujące w przyrodzie do konserwowania i otrzymywania produktów spożywczych o pożądanym cechach jakościowych. Konserwujące właściwości bakterii mlekowych są znane od setek lat i wykorzystywane przez człowieka w konserwowaniu żywności nadając produktom specyficzny smak i aromat oraz, dzięki produkcji tzw. substancji antagonistycznych, chronią go przed rozwojem mikroorganizmów zanieczyszczających surowce, produkty gotowe, w tym również patogenne mikroorganizmy. Cechy smakowo-zapachowe wielu produktów żywnościowych są wynikiem fermentacji prowadzonej przez drobnoustroje. Kryteria ich selekcji obejmują aspekty bezpieczeństwa, właściwości funkcjonalne, technologiczne i prozdrowotne. Nie ulega wątpliwości, że bakterie mają istotny wpływ na życie ludzi i innych zwierząt. Istnieje wiele gatunków, które we wnętrzu organizmów zwierzęcych znajdują doskonałe warunki bytowe. Mikroorganizmy tworzą dla nas specyficzne środowiska w różnych miejscach organizmu, wspomagając prawidłowe funkcje metaboliczne człowieka. Przebieg fermentacji, a co za tym idzie, jakość otrzymywanych w jej następstwie produktów zależy od liczby i rodzaju drobnoustrojów obecnych w surowcu, produkcie i w otoczeniu. Obecnie mikroorganizmy stosowane w przetwórstwie są realizowane w postaci tzw. kultur startowych. Stosowane kultury startowe często nieznanego pochodzenia, w miarę uprzemysłowienia produkcji żywności, zastąpiły naturalne drobnoustroje środowiskowe obecne w procesach produkcyjnych w dawnych wiekach, a miały one wpływ na jakość produktu i zdrowie człowieka. Naturalne kultury drobnoustrojowe zostały praktycznie wyeliminowane z uwagi na nieustanny postęp w zwiększaniu skali produkcji i higieny procesów produkcyjnych. Dotyczy to nie tylko żywności, ale i również przygotowania gleby do jej produkcji i otoczenia bytowania człowieka. Dawniej spożywaliśmy dużo więcej środowiskowych produktów żywnościowych z obecnymi w nich drobnoustrojami niż dziś. Kiszzone naturalne produkty spożywcze i otoczenie są źródłem niezbędnych dla nas bakterii, m. in. bakterii kwasu mlekowego (*Lactic acid bacteria*). Jeżeli

chodzi o pozytywny wpływ to od niemal niepamiętnych czasów bakterie są wykorzystywane do produkcji takich artykułów spożywczych jak np. kefiry, sery, jogurty, kapusta, ogórki i inne. Mają swój udział w wytwarzaniu kiszonek stanowiących paszę dla zwierząt, głównie bydła. Symbioza mikroorganizmów i ludzi trwa od milionów lat. Taka długotrwała koegzystencja powoduje adaptację, przyzwyczajenie np. do otrzymywania przez nas, od bakterii, wspomnianych krótko łańcuchowych kwasów tłuszczowych, witamin czy hormonów niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania naszego organizmu. Zaburzenie składu mikroflory jelitowej, tzw. dysbioza jelitowa, a tym samym brak dostarczania dla naszego organizmu ww. metabolitów bakteryjnych jest, jak już wspomniano, przyczyną nie tylko złego samopoczucia, ale także poważnych chorób, jak otyłość, depresja, choroby układu trawiennego, choroby autoimmunologiczne, alergię a nawet zmiany nowotworowe. Jak udowodniono różne strefy klimatyczne, warunki środowiskowe i nisze ekologiczne charakteryzują się różnym składem mikroflory środowiskowej. Mikroflora nieprzetworzonej żywności zależy od wspomnianych uwarunkowań środowiskowych. Ostatnie doniesienia mówią o specyficznych mikroflorach jelitowych ludzi żyjących w różnych częściach świata. Dodatkowo dowiedziono, że mikroflora jelitowa ludzi pochodzących z krajów, gdzie przeważa żywność nieprzetworzona lub słabo przetworzona, przybywających do krajów rozwiniętych, gdzie króluje tania wysoce przetworzona żywność, diametralnie zmienia swój skład, co objawia się wspomnianymi wyżej chorobami cywilizacyjnymi.

Przygotowanie drobnoustrojów w warunkach naturalnego środowiska

Naturalne mikroorganizmy pozyskujemy w produkcji twarogu kwasowego, kapusty i ogórków kwaszonych i innych produktów kiszonych, gdy nie dodajemy do prowadzenia fermentacji nieznanymi kultur startowych lub wykorzystujemy produkty z tymi mikroorganizmami. Najkorzystniejszymi surowcami do naturalnego pozyskiwania bakterii środowiskowych w naszym klimacie są: mleko naturalne (bez obróbki cieplnej) kapusta i ogórki.

Produkcja twarogu mlecznego

Mleko krowie ma zróżnicowany skład, na który składają się białka, tłuszcze, węglowodany, witaminy i sole mineralne, a także wysoką strawność, wysoką zdolność do wykorzystania przez organizm ludzki oraz liczne zastosowania w przygotowywaniu żywności, co sprawia, że mleko jest niezbędnym produktem do zaspokajania potrzeb biologicznych ludzi w każdym wieku. Produkcja kwasowych serów twarogowych polega na odpowiedniej obróbce

skrzepu mleka odtłuszczonego lub znormalizowanego pod względem zawartości tłuszczu, rzadziej maślanki lub jej mieszaniny z mlekiem, skoagulowanego w wyniku ukwaszania przez kultury bakterii fermentacji mlekowej do kwasowości czynnej strefy punktu izoelektrycznego białek frakcji kazeinowej. Po osiągnięciu odpowiedniej kwasowości (wartości pH 4,5 - 4,6) zewnętrzny ładunek elektryczny miceli kazeinowych jest równy zeru i tracą one zdolność wiązania wody, a tym samym ochronną powłokę hydratacyjną, w następstwie czego ulegają agregacji. Powstaje wtedy żel kazeinowy, nazywany skrzepem, zamykający w uporządkowanej przestrzennej strukturze sieciowej pozostałe składniki mleka. Obróbka skrzepu obejmuje krojenie, mieszanie i ogrzewanie, celem intensyfikacji wydzielania serwatki, a następnie oddzielenie powstałego ziarna twarogowego od serwatki. W zależności od parametrów obróbki skrzepu, sposobu separacji ziarna twarogowego oraz dalszego postępowania z wydzieloną masą twarogową uzyskiwane są produkty różniące się pod względem podstawowego składu chemicznego i tekstury. W asortymencie niedojrzewających kwasowych serów twarogowych można wyróżnić: produkty o zwartej strukturze – twarogi, o ziarnistej postaci – serki ziarniste (cottage cheese) oraz o smarowej, homogennej konsystencji – serki twarogowe i twarożki. W składzie białek mleka wyróżnia się dwie frakcje: białek kazeinowych oraz serwatkowych. W mleku krowim wymienione frakcje stanowią odpowiednio: 80 i 20 % ogólnej zawartości białka. Tradycyjne metody wyrobu kwasowych serów twarogowych pozwalają na wykorzystanie w produkcie niemal wyłącznie białek kazeinowych, gdyż białka serwatkowe po przeprowadzeniu obróbki skrzepu pozostają w roztworze i są w serwatce. Białka serwatkowe charakteryzuje wartość odżywcza porównywalna z białkiem całego jaja kurzego. Wynika to z dużej zawartości w nich aminokwasów egzogennych (leucyny, lizyny, izoleucyny, metioniny, cysteiny, treoniny, tryptofanu i waliny). Białka frakcji serwatkowej wykazują liczne właściwości prozdrowotne. Wskazuje się na korzystny efekt działania tych białek w profilaktyce i terapii chorób m.in. nowotworowych, układu krążenia czy zakaźnych. Aktywność biologiczną wykazują nie tylko natywne białka serwatkowe, ale również peptydy i aminokwasy uwalniane z ich struktur podczas trawienia. Za dążeniem do włączania białek serwatkowych do masy produktu przemawiają również efekty ekonomiczne, gdyż wiąże się to z wyraźnym wzrostem wydajności produkcji.

Niektóre z najważniejszych metabolitów pochodzenia bakteryjnego zidentyfikowanych w mleku krowim obejmują kwas mlekowy, który przyczynia się do gorzkiego smaku fermentowanych produktów mlecznych oraz ma właściwości przeciwbakteryjne i konserwujące; bioaktywne peptydy, fragmenty białek o różnych funkcjach biologicznych,

takich jak regulacja ciśnienia krwi i aktywność przeciwutleniająca; witamina K2, ważna dla zdrowia kości i układu krążenia; oraz sprzężone kwasy linolowe, kwasy tłuszczowe o właściwościach przeciwnowotworowych i przeciwzapalnych. W ten sposób korzystny potencjał metabolitów pochodzenia bakteryjnego w mleku krowim jest ukierunkowany na wzmocnienie układu odpornościowego, pomoc w zapobieganiu infekcjom i poprawę odpowiedzi na chorobę; promowanie zdrowia jelit poprzez wpływanie na skład mikrobioty jelitowej człowieka, promowanie zdrowej równowagi bakterii i poprawę trawienia; zapewnienie właściwości przeciwdrobnoustrojowych, biorąc pod uwagę, że niektóre metabolity wytwarzane przez bakterie w mleku, takie jak bakteriocyny, mogą pomóc w walce z bakteriami chorobotwórczymi; i zapewnia działanie przeciwzapalne. Sugeruje się, że niektóre metabolity mają właściwości przeciwzapalne, które są potencjalnie korzystne w różnych chorobach przewlekłych. Istnieje również potencjał prebiotyczny, biorąc pod uwagę, że niektóre bakterie w mleku, takie jak pałeczki kwasu mlekowego i bifidobakterie, wytwarzają metabolity, które są wykorzystywane jako prebiotyki w sfermentowanej żywności i suplementach diety ze względu na ich korzyści zdrowotne.

Technologia produkcji serów

Surowiec

Mleko jest podstawowym surowcem w przemyśle mleczarskim, wykorzystywanym do produkcji szerokiej gamy produktów spożywczych, takich jak mleko spożywcze, sery, mleczne napoje fermentowane, masło oraz śmietana. W Polsce najważniejszym surowcem do produkcji serów jest mleko krowie, choć w innych krajach stosuje się również mleko bawole, owcze czy kozie. Produkty ekologiczne powstają wyłącznie z mleka pozyskanego od krów hodowanych zgodnie z zasadami ekologicznego chowu.

Definicja mleka surowego

Zgodnie z definicją zawartą w Rozporządzeniu (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r., mleko surowe to mleko uzyskane z gruczołów mlecznych zwierząt hodowlanych, które nie zostało podgrzane do temperatury powyżej 40°C ani nie zostało poddane żadnej innej obróbce o równoważnym skutku. Takie mleko zachowuje naturalne właściwości i jest podstawą do dalszej obróbki technologicznej.

Wymagania jakościowe mleka surowego

Mleko surowe wysokiej jakości powinno spełniać szereg kryteriów:

- ✓ być wolne od zanieczyszczeń i osadów,
- ✓ charakteryzować się właściwym zapachem,
- ✓ mieć niską liczbę bakterii,
- ✓ zawierać niską liczbę komórek somatycznych,
- ✓ nie zawierać organizmów chorobotwórczych.

Czynniki wpływające na skład chemiczny mleka

Skład chemiczny mleka krowiego zależy od wielu czynników, w tym:

- ✓ rasy krów,
- ✓ okresu laktacji,
- ✓ sposobu odżywiania zwierząt,
- ✓ warunków hodowli i sezonu.

Te zmienne wpływają na zawartość białka, tłuszczu, laktozy oraz skład mikroelementów i witamin w mleku, co z kolei determinuje jego przydatność do produkcji różnych produktów mleczarskich.

Ocena jakościowa – mleka

Jakość surowego mleka jest czynnikiem decydującym o jakości produktów mlecznych. Jakość mleka konsumpcyjnego i przeznaczonego do przerobu zależy o jego świeżości i czystości mikrobiologicznej. Produkcja mleka wysokiej jakości wymaga spełnienia wielu warunków dotyczących higieny krów, obory i doju, przechowywania i transportu mleka. Ograniczona trwałość mleka surowego oraz trudność w otrzymaniu mleka dostatecznie czystego mikrobiologicznie sprawiają, że praktycznie nie ma w handlu mleka surowego nadającego się do bezpośredniej konsumpcji, a może ono występować w samozaopatrzeniu niektórych gospodarstw wiejskich, przestrzegających rygorystycznie wszystkich zasad produkcji mleka. W przypadku przechowywania dużych ilości mleka surowego zaleca się po odbiorze mleka w zakładzie jego oczyszczenie, a następnie poddanie termizacji lub pasteryzacji i schłodzeniu. Tak przygotowane mleko może być przechowywane w tanku magazynowym przez 24 h i przeznaczone do wyrobu sera.

Standaryzacja mleka

Prawidłowo znormalizowane mleko pozwala na uzyskanie produktów o powtarzalnych cechach jakościowych i sensorycznych. W zależności od zawartości tłuszczu mleko przeznaczone do dystrybucji dzieli się na trzy podstawowe grupy:

- mleko odtłuszczone: 0,05–0,5% tłuszczu,
- mleko częściowo odtłuszczone: 0,6–2,0% tłuszczu,
- mleko pełne: powyżej 2,0% tłuszczu.

Na rynku można również spotkać mleko wiejskie (naturalne), które nie jest poddawane normalizacji. Jego naturalna zawartość tłuszczu zależy od rasy krów, pory roku oraz sposobu ich żywienia i utrzymania.

Znaczenie zawartości tłuszczu

Zawartość tłuszczu w mleku wpływa nie tylko na efektywność procesu produkcyjnego, ale także na cechy sensoryczne produktu końcowego. To właśnie ona decyduje o odpowiedniej strukturze, smakowitości oraz charakterystycznych dla danego rodzaju sera właściwościach.

Pasteryzacja mleka

Obróbka cieplna, czyli pasteryzacja, należy do kluczowych etapów w produkcji mleka spożywczego oraz wyrobów mleczarskich. Pasteryzacja zapewnia bezpieczeństwo produktu i przedłuża jego trwałość. Proces ten polega na ogrzewaniu mleka w celu zniszczenia drobnoustrojów (szczególnie w formach wegetatywnych) oraz dezaktywacji obecnych w nim enzymów. Bardzo ważne jest, aby pasteryzacja przebiegała w warunkach, które nie wpływają negatywnie na właściwości fizyczne, chemiczne i sensoryczne mleka.

Dlaczego pasteryzujemy mleko?

- Zmniejszenie ryzyka zakażeń poprzez eliminację drobnoustrojów chorobotwórczych.
- Przedłużenie trwałości mleka dzięki spowolnieniu rozwoju mikroorganizmów.
- Zachowanie charakterystycznego smaku i wartości odżywczych produktu, przy jednoczesnym zapewnieniu jego bezpieczeństwa.

Przebieg procesu pasteryzacji

W zależności od przeznaczenia mleka, dobiera się temperaturę i czas pasteryzacji:

Mleko do produkcji serów podpuszczkowych dojrzewających

- ✓ Temperatura na poziomie 72–74°C
- ✓ Czas pasteryzacji: 5–15 sekund

Mleko do produkcji serów twarogowych

- ✓ Temperatura do 80°C
- ✓ Czas pasteryzacji: 15 sekund

Zaprawianie mleka

1. Ochładzanie po pasteryzacji

Po zakończeniu pasteryzacji mleko należy szybko ochłodzić do temperatur odpowiednich dla danej grupy wyrobów:

- ✓ 25–30°C – przy produkcji twarogów,
- ✓ 30–35°C – przy produkcji serów podpuszczkowych.

2. Dodatek kultur bakteryjnych

Do schłodzonego mleka wprowadza się zakwas lub skoncentrowane kultury startowe w ilości 0,5–2,0%. W serowarstwie stosuje się najczęściej dwa typy kultur:

- ✓ mezofilne – o optymalnej temperaturze wzrostu 20–40°C,
- ✓ termofilne – o optymalnej temperaturze wzrostu powyżej 40°C.

Zadaniem zakwasu serowarskiego jest ukierunkowanie przebiegu fermentacji w trakcie tworzenia się skrzepu i jego dojrzewania. Dodatek kultur odpornych na kwas mlekowy powoduje stopniowy wzrost kwasowości, co sprzyja:

- ✓ wytworzeniu skrzepu,
- ✓ ułatwieniu synerезы (oddzielenie serwatki),

- ✓ skróceniu czasu krzepnięcia,
- ✓ ograniczeniu rozwoju mikroflory.

3. Utrzymanie równowagi soli mineralnych

W mleku przerobowym powinna być zachowana odpowiednia równowaga soli mineralnych, szczególnie soli wapniowych i fosforowych. Pod wpływem ogrzewania (pasteryzacji) równowaga ta może być zakłócona, co ujemnie odbija się na krzepnięciu mleka. W celu poprawy równowagi soli mineralnych zaleca się dodatek do mleka chlorku wapnia w ilości 0,01- 0,02%. Dodatek chlorku wapnia ułatwia powstanie prawidłowego skrzepu i działanie podpuszczki.

4. Dodatek podpuszczki

Po wstępnej fermentacji do mleka wprowadza się enzym koagulujący - podpuszczkę - w ilości odpowiedniej dla rodzaju i ilości mleka. Po dodaniu enzymu należy sprawdzić, czy enzym rozproszyciel się w całości mleka oraz pozostawić bez mieszania do czasu wytworzenia się skrzepu.

5. Tworzenie skrzepu

Proces tworzenia skrzepu mlecznego stanowi kluczowy etap w technologii serowarskiej. Skrzep można uzyskać na dwa sposoby: poprzez zakwaszenie mleka lub dodatek podpuszczki.

- ✓ Skrzep kwasowy

Skrzep kwasowy powstający w wyniku zakwaszenia mleka, które może wydzielać się naturalnie (działanie mikroflory fermentacyjnej) lub w sposób kontrolowany, przez dodatek odpowiedniej mikroflory. Koagulacja kwasowa jest kontrolnym etapem w produkcji serów twarogowych oraz fermentowanych napojów mlecznych.

- ✓ Skrzep podpuszczkowy

Druga metoda polegająca na dodawaniu do mleka enzymu koagulującego - podpuszczki. Skrzep podpuszczkowy może być bardziej zwartą, elastyczną strukturą niż skrzep kwasowy, który jest wykorzystywany do produkcji serów dojrzewających.

- ✓ Skrzep kwasowo-podpuszczkowy

W praktyce serowarskiej często stosuje się łączoną metodę, w której dochodzi do zakwaszenia mleka i działania podpuszczki. Uzyskany skrzep wykorzystuje się przy produkcji serów o wyjątkowym składzie i łagodnym smaku.

6. Obróbka gęstwy serowej

Obróbka gęstwy serowej (skrzepu) ma na celu eliminację wody z ziaren sera i otrzymanie określonej masy serowej. Z około 10 litrów mleka spożywanego uzyskuje się średnio 1 kg sera podpuszczkowego lub około 2 kg sera twarogowego.

Etap 1. Krojenie i rozdrabnianie skrzepu

Proces ten rozpoczyna się, gdy skrzep ma wystarczającą zwięzłość, następnie kroi się go przy pomocy przyrządów tensometrycznych. Po pokrojeniu skrzepu na mniejszą część w celu zwiększenia powierzchni kontaktowej, następuje wypływ serwatki. Następuje intensyfikacja synerezy, czyli kurczenie się ziaren i wydzielanie wody. Skrzep tnie się na ziarno o wartości od kilku milimetrów do kilku centymetrów - zależne od rodzaju sera. W wyniku krojenia żelu powstaje tzw. ziarno serowe, które stanowi ostateczny wynik obróbki mechaniczno-termicznej.

Etap 2. Osuszanie ziaren

Pokrojony skrzep poddaje się osuszaniu poprzez mieszanie w temperaturze ok. 30°C. Celem jest ograniczenie zawartości serwatki w ziarnie.

Czynniki występujące podczas przebiegu osuszania:

- ✓ Temperatura gęstwy.
- ✓ Szybkość i ciągłość mieszania.
- ✓ Kwasowość oraz zwięzłość skrzepu.

Etap 3. Rozcieńczanie gęstwy serowej

Rozcieńczanie polega na częściowym odczerpaniu serwatki po pokrojeniu skrzepu i zastąpieniu jej wodą technologiczną w ilości od 20 do 50% pozostałej gęstwy.

Efekty technologiczne:

- ✓ Wzmocnione odprowadzanie serwatki z wnętrza ziarna.
- ✓ Wnikanie rozcieńczonej serwatki do struktury ziaren.

- ✓ Uniknięcie konieczności dogrzewania, które szkodzi mikroflorze mezofilnej, odpowiedzialnej za dojrzewanie serów.

Etap 4. Osadzanie ziaren

Podczas osadzania ziaren należy kilka razy zatrzymać mieszadło, przez co ziarno opada na dno wanny.

Działanie:

- ✓ Następuje zwiększenie wydzielania się serwatki z wnętrza ziaren.
- ✓ Zabieg ten jest niezbędny do wstępnego formowania sera.

Etap 5. Dogrzewanie gęstwy

Dogrzewanie polega na stopniowym podnoszeniu temperatury przy jednoczesnym, energooszczędnym mieszaniu. Wzrost temperatury nie powinien przekraczać 1°C na minutę. Ostateczna temperatura zależy od rodzaju sera: (sery miękkie, sery twarde i półtwarde).

Etap 6. Dosuszanie ziaren

W tym etapie prowadzi się mieszanie gęstwy aż do uzyskania pożądanego stopnia odwodnienia ziaren.

Rozpoznanie zakończenia:

- ✓ Ziarno serowe zmienia się z napęczniałej i galaretowatej konsystencji na twardą i zwięzłą.

Dosuszone ziarno jest gotowe do wstępnego formowania.

7. Formowanie serów

Formowanie to kluczowy etap w procesie produkcji serów, którego celem jest nadanie skrzepowi odpowiedniego kształtu oraz oddzielenie pozostałości serwatki. Sposób tego procesu zależy od rodzaju wytwarzanego sera oraz wyposażenia serowarni.

7.1 Przygotowanie do formowania

Po zakończeniu obróbki ziarna, gęstwę serową przenosi się do form perforowanych. Formy te są wykonane z blachy kwasoodpornej lub tworzywa sztucznego. Dzięki temu serwatka może swobodnie odpływać, a ziarno pozostaje w formie.

7.2 Kształtowanie masy serowej

Ziarna serowe osiadają w formie, zlepiają się i stanowią jednolitą masę. W przypadku serów formowanych bez użycia prasy, masa dopasowuje się do formy pod własnym ciężarem. Aby uzyskać jednolitą strukturę, formy z osadzającą się masą należy kilka razy odwracać. Zabieg ten ujednolica gęstość i poprawia wygląd sera.

7.3. Wstępne prasowanie serów półtwardych i twardych

W przypadku serów półtwardych i twardych następuje wstępne prasowanie w wannie serowarskiej. Po dosuszeniu ziarna pozwala się mu opaść na dno, gdzie tworzy się zwarty blok masy serowej. Blok ten jest następnie naciskany pod lustrem serwatki za pomocą prasy pneumatycznej zamocowanej w wannie. Po rozłożeniu blok kroi się na podstawie zatwierdzonego formularza.

7.4. Prasowanie właściwe

Masę serową umieszcza się w formach lub zawija w chusty - zależne od technologii. Kolejny etap to prasowanie właściwe, kontrolowane z określonym naciskiem. Proces ten ma na celu ostateczne ujednolicenie struktury sera, usunięcie resztek serwatki oraz nadanie produktu finalnego kształtu i spoistości.

8. Solenie serów

Solenie to kluczowy etap w produkcji serów. Jego celem jest:

- ✓ wytworzenie tzw. skórki,
- ✓ zahamowanie rozwoju mikroflory niepożądanej, ograniczenie defektów, takich jak „późne wzdęcia”,
- ✓ nadanie serom cech smakowych i zapachowych.

Metody solenia

W zależności od rodzaju i przeznaczenia sera stosuje się różne techniki solenia:

- ✓ Solenie w solance (na mokro) – w roztworze soli na okres od kilku godzin do kilku dni.
- ✓ Solenie na sucho – nacieranie solą.
- ✓ Solenie kombinowane – połączenie metod suchej i mokrej.
- ✓ Solenie w masie serowej – sól miesza się z rozdrobnioną masą serową przed formowaniem.

- ✓ Solenie w ziarnie – do gęstwy serowej po dosuszaniu ziarna i odsączaniu części serwatki uzupełnia się ją dodając stężony roztwór soli.

Parametry procesu:

- ✓ kwasowość (pH) solanki,
- ✓ temperatura solanki,
- ✓ czas trwania procesu,
- ✓ struktura i skład sera.

Optymalne warunki solenia:

- ✓ dla serów twardych: 16–22%, pH 5,2–5,4,
- ✓ dla serów miękkich: 14–16%, pH 4,8–5,0.

Czas solenia dobiera się doświadczalnie, biorąc pod uwagę temperaturę solanki, typ sera oraz końcowy stopień zasolenia.

9. Dojrzewanie serów

Sery bezpośrednio po wyrobieniu i soleniu nie posiadające jeszcze charakterystycznych cech sensorycznych. W czasie dojrzewania rozwijają się charakterystyczne cechy takie jak: smak, zapach i konsystencja.

Warunki dojrzewania

Proces dojrzewania trwa od kilku tygodni do nawet kilku lat. Odbywać się w warunkach kontrolowanych w ściśle określonych parametrach środowiskowych (temperatura: 12–16°C, wilgotność względna powietrza: 85–90%).

Przemiany zachodzące w czasie dojrzewania

W trakcie dojrzewania kształtują się smak, aromat i konsystencja sera. Zjawiska te są podstawą dwóch podstawowych zagadnień biochemicznych:

- ✓ Proteolizy – rozkład substancji do peptydów i innych substancji, wpływający na strukturę, teksturę, smak i zapach.
- ✓ Lipolizy – rozkład tłuszczów, która odpowiedzialna jest za kształtowanie charakterystycznego aromatu serów.

Dokumenty związane, przepisy prawne i normy

- Ustawa z dnia 23 czerwca 2022 r. o rolnictwie ekologicznym i produkcji ekologicznej (Dz. U. z 2022 r., poz. 1370).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 19 lutego 2021 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie laboratoriów urzędowych i referencyjnych oraz zakresu analiz wykonywanych przez te laboratoria (Dz. U. z 2021 r. poz. 334).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 czerwca 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wzoru formularza wykazu producentów, którzy spełnili wymagania dotyczące produkcji w rolnictwie ekologicznym, oraz sposobu jego przekazywania (Dz. U. z 2019 r., poz. 1315).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 30 maja 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie laboratoriów urzędowych i referencyjnych oraz zakresu analiz wykonywanych przez te laboratoria (Dz. U. z 2019 r. poz. 1067).
- Ustawa z dnia 21 lutego 2019 r. o zmianie niektórych ustaw w związku z zapewnieniem stosowania rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w sprawie ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych i w sprawie swobodnego przepływu takich danych oraz uchylenia dyrektywy 95/46/WE (Dz.U. poz. 730).
- Obwieszczenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 9 stycznia 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie danych dotyczących wyników przeprowadzonych analiz (Dz.U. z 2019 r., poz. 167).
- Ustawa z dnia 25 czerwca 2009 r. o rolnictwie ekologicznym (Dz. U. z 2009 r. Nr 116, poz. 975).
- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 15 lipca 2020 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o rolnictwie ekologicznym (Dz. U. z 2020 r., poz. 1324).
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/848 z dnia 30 maja 2018 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylające rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007.
- 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 Komisji (UE) nr 835/2011 z dnia 19 sierpnia 2011 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 odnośnie do najwyższych dopuszczalnych poziomów wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w środkach spożywczych.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie dodatków do żywności.
- Rozporządzenie Komisji (WE) NR 2073/2005 z dnia 15 listopada 2005 r. w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych.