

Otrzymywanie rzemieślniczych serów pleśniowych typu camembert z dodatkiem mięty pieprzowej cz.1

Katarzyna Skrzypczak, Monika Szlendak
Katedra Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego i Gastronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
e-mail: katarzyna.skrzypczak@up.lublin.pl

Charakterystyka procesu produkcji sera typu Camembert

Obróbka mleka

Surowcem stosowanym do produkcji serów jest mleko surowe, które odpowiada wymaganiom Rozporządzenia (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady [7]. Przy ocenie mleka przeznaczonego do produkcji serów należy zwracać szczególną uwagę na trzy główne aspekty. Pierwszym z nich jest skład chemiczny mleka, m.in. zawartość kazeiny, soli i jonów wapniowych oraz cytrynianów. Zbyt mała zawartość kazeiny zmniejsza wydajność sera i może powodować nieprawidłowości w strukturze wyrobu. Ponadto, obniżona zawartość jonów wapnia wydłuża czas koagulacji, co negatywnie wpływa na proces produkcji. Zbyt niska zawartość cytrynianów prowadzi do powstawania wad smakowo-zapachowych, co jest szczególnie istotne w delikatnych serach takich jak Camembert. Drugim ważnym parametrem jest jakość mikrobiologiczna mleka. Do niekorzystnej mikroflory (poza drobnoustrojami patogennymi) należą głównie bakterie z grupy coli, a także przetrwalniki bakterii fermentacji masłowej oraz psychotrofów, których obecność powoduje wzdęcia serów i wady smaku. Kolejnym aspektem brany pod uwagę przy ocenie mleka jest obecność substancji hamujących (głównie antybiotyków, pozostałości substancji myjących i dezynfekujących), które uniemożliwiają rozwój korzystnych bakterii fermentacji mlekowej, zarówno dodawanych w postaci zakwasu, jak i szczepionek DVS (Direct Vat Set) [15].

Przygotowanie mleka do przerobu odbywa się w zakładzie produkcyjnym i polega na oczyszczeniu mleka, a następnie poddaniu go termizacji (lub pasteryzacji) i schłodzeniu. Przygotowane w ten sposób mleko może być przechowywane w tankach magazynowych przez 24h, a następnie poddawane jest pasteryzacji lub repasteryzacji i kierowane do wyrobu sera. Przed pasteryzacją mleka przeprowadza się wirowanie oraz normalizację składu tłuszczu i białka, których celem jest ustalenie takiego stosunku kazeiny do tłuszczu, jaki należy osiągnąć w gotowym produkcie [15]. Osiągnięcie odpowiedniej jakości i trwałości produktów mleczarskich jest zależne od mikrobiologicznej jakości surowca. Produkcja serów i innych produktów, których wytwarzanie opiera się na ukwaszaniu mleka wymaga uzyskania wysokiej jakości mikrobiologicznej surowca. Czystość mikrobiologiczna mleka wpływa w znacznym stopniu na odpowiedni wzrost mikroflory technicznej, a w konsekwencji na przebieg procesu fermentacji mlekowej i jakość powstającego skrzepu, dlatego też, jednym z głównych etapów obróbki mleka jest pasteryzacja [9]. Parametry pasteryzacji mleka przeznaczonego do wytwarzania sera Camembert zapewniają inaktywację niepożądaną mikroflory, co jest kluczowe dla bezpieczeństwa produktu i właściwego przebiegu fermentacji. Jednak proces ten może wywoływać niekorzystne skutki, takie jak straty składników odżywczych (np. witamin wrażliwych na ciepło), zmiany cech smakowo-zapachowych, pogorszenie barwy oraz modyfikacje właściwości technologicznych mleka, w tym zdolności do koagulacji [2]. Przeprowadzenie pasteryzacji w wysokiej temperaturze, przed zakwaszeniem mleka może spowodować denaturację białek oraz powstawanie agregatów białek serwatkowych, a także pobudza ich



interakcję z kazeiną, co wpływa na pogorszenie zdolności skrzepu do synerезy. Aby zapewnić odpowiednią jakość mikrobiologiczną przy jednoczesnym zachowaniu, w jak największym stopniu, jego wartości odżywczych i sensorycznych, poszukuje się zastępczych, nietermicznych sposobów utrwalania i obróbki [2]. Wyniki prac naukowych wskazują, że dobrą alternatywą pasteryzacji dla mleka odtłuszczonego może być przeprowadzenie mikrofiltracji. Jest to technika w której oddzielenie cząsteczek płynu odbywa się na membranach o średnicy porów od 0,1 do 10 μm natomiast do usuwania z mleka drobnoustrojów używa się membran o średnicy porów 1,4 μm , a sam proces przeprowadzany jest w temperaturze 35-50°C [11]. Głównym celem mikrofiltracji jest fizyczne odseparowanie bakterii i przetrwalników z mleka lub serwatki, bez wpływu na skład chemiczny tych produktów. Mikrofiltrację prowadzi się po odtłuszczeniu mleka, ze względu na ryzyko zaklejenia się membran kuleczkami tłuszczowymi, które mają zbliżoną średnicę do mikroorganizmów blokowanych przez membranę [19]. W przypadku produkcji serów typu Camembert mleko po pasteryzacji chłodzi się do temperatury 15-20°C, a następnie kieruje do wanien przejściowych, w których normalizowana jest zawartość tłuszczu (celem tego procesu jest również krystalizacja tłuszczu w kuleczkach tłuszczowych). Kolejnym etapem jest dodatek do mleka od 1,5 do 3% zakwasu mezofilnych bakterii mlekowych oraz kulturę pleśni *Penicillium camemberti*. Następnie zaszczerpione mleko kierowane jest do wanien serowarskich, gdzie zostaje podgrzane do temperatury 31-33°C. Kiedy kwasowość mleka osiągnie wartość w zakresie 8,3-8,5°SH zaprawiane jest ono podpuszczką lub preparatem enzymatycznym, w takiej ilości, aby po 60-90 min. inkubacji uzyskać odpowiedni skrzep. Kiedy skrzep jest już zwięzły i jędrny zostaje poddany krojeniu na kostki o wymiarach 2x2x2 cm. Następnie, pokrojony skrzep jest delikatnie mieszany, po czym pozostawia się go na 15 minut w celu wydzielenia się serwatki, a po tym czasie napełnia formy serowarskie otrzymaną gęstwą serową. Po odciknięciu serwatki z form, sery przekręca się kilkukrotnie, co ma na celu odpowiednie uformowanie sera [15].

Kultury starterowe

W przemysłowej produkcji serów stosuje się znormalizowane i wyselekcjonowane kultury starterowe, aby zapewnić powtarzalne techniczne i sensoryczne właściwości produktu oraz jego wysoką jakość. W celu utrzymania odpowiedniego profilu mikrobiologicznego (o właściwej aktywności), komercyjne kultury starterowe są wytwarzane z zamrożonych kultur wyjściowych, przy czym zwraca się uwagę, aby zminimalizować zmiany (modyfikacje) składu podczas procesu produkcyjnego. Mieszane kultury starterowe stosowane do produkcji serów składają się z bakterii: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* bv. *diacetylactis* i *Leuconostoc* spp. (przy czym dwie ostatnie z wymienionych, są odpowiedzialne za kształtowanie aromatu i tekstury serów, podczas gdy *L. lactis* subsp. *lactis* i *L. lactis* subsp. *cremoris* są głównymi mikroorganizmami biorącymi udział w dynamicznym procesie ukwaszania mleka poprzez fermentację laktozy). Zdolność *Lactococcus lactis* do wytwarzania nizyny razem z innymi związkami przeciwdrobnoustrojowymi (w tym nadtlenkiem wodoru, dwutlenkiem węgla, kwasami organicznymi oraz innymi bakteriocynami) dodatkowo zwiększa wysoki potencjał tego szczepu bakterii kwasu mlekowego w zakresie jakości sera i innowacji jego produkcji. *L. lactis* odgrywa kluczową rolę, nie tylko w bezpieczeństwie produktu oraz wydłużaniu okresu przydatności do spożycia, ale także w przyspieszeniu zakwaszania mleka i nadawaniu odpowiednich cech sensorycznych produktom mlecznym [10]. Warto podkreślić fakt, iż wykorzystywane obecnie kultury starterowe, wywodzą się z tradycyjnej produkcji sera na farmach mlecznych w oparciu o naturalnie (spontanicznie) powstałe zakwasy serowarskie przenoszone z jednej produkcji do drugiej [3].

Startery wzbogaca się w zależności od rodzaju sera w inne drobnoustroje. Przykładowo, do produkcji sera Edamskiego, Gruyere, Gouda dodaje się *Streptococcus thermophilus*, *Lb. bulgaricus*, *Lb. helveticus* oraz *Propionibacterium* spp., mleko do wyrobu sera Roquefort wzbogacane jest o *Penicillium roqueforti*, a sery typu Camembert i Brie powstają po wprowadzeniu do surowca *Penicillium candidum* [16]. W serach Brie i Camembert na początku procesu produkcji następuje znaczny wzrost bakterii wprowadzanych razem z zakwasem do 10⁹ jtk/g, a po obniżeniu pH ich liczba zmniejsza się do kilkuset milionów w 1 g wyrobu finalnego [16].



W produkcji sera typu Camembert stosowane są wyselekcjonowane szczepy bakterii *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*. Mikroorganizmy te są głównie komponentem w kulturach starterowych stosowanych w produkcji serów twardych, ale znajdują także zastosowanie przy wyrobie innych rodzajów serów. Omawiane drobnoustroje są zazwyczaj bardzo aktywne metaboliczne na samym początku procesu produkcji sera, szybko fermentują laktozę i zakwaszają środowisko. Ta cecha wraz ze zdolnością do fermentacji galaktozy powoduje, że *S. salivarius* subsp. *thermophilus* są cenne dla przemysłu serowarskiego, ponieważ skracają czas produkcji serów, dodatkowo w istotny sposób ograniczają ryzyko namnażania się bakterii chorobotwórczych i ograniczają procesy prowadzące do psucia się serów. Ponadto, niektóre szczepy wpływają na tworzenie się podczas dojrzewania sera specyficznych związków kształtujących profil smakowo-aromatyczny wyrobów finalnych. Dzięki wysokiej aktywności proteolitycznej, bakterie te wpływają na kreowanie właściwości tekstualnych fermentowanych produktów, a większość z nich wykazuje zdolność do biosyntezy egzopolisacharydów oraz innych związków o wysokim potencjale prozdrowotnym (w tym m. in. witamin z grupy B), niektóre szczepy wykazują cechy probiotyczne [8].

Istotną rolę w procesie dojrzewania serów z porostem i przerostem pleśni odgrywają grzyby pleśniowe. Jako kultury startowe stosowane są zarodniki pleśni w postaci liofilizowanej lub płynnej. Produkcja serów pleśniowych wymaga stosowania szczepów białej pleśni z gatunku *Penicillium camemberti*, *Penicillium candidum* (lub rzadziej *Geotrichum candidum*) do serów z porostem pleśni, oraz *Penicillium roqueforti* do produkcji serów z przerostem pleśniowym. Szczepy pleśni dodawane są bezpośrednio do mleka przerobowego w ilości około 10^4 sporów na mililitr mleka. Pleśnie wykorzystywane w produkcji serów z porostem charakteryzują się dużą zdolnością proteolityczną i nieco słabszą aktywnością lipolityczną [5]. Zastosowanie *Penicillium candidum*, *Penicillium camemberti* oraz *Geotrichum candidum* pozwala na uzyskanie charakterystycznego wyglądu (aksamitnej, białej powierzchni). Rozwój omawianych mikroorganizmów na powierzchni chroni sery przed rozwojem niepożądanych pleśni, głównie z rodzaju *Mucor*, a także przed rozwojem tzw. zielonej pleśni. Dodatkowo zdolność pleśni starterowych (tj. odpowiednio wyselekcjonowanych i scharakteryzowanych szczepów grzybów strzępkowych) do metabolizmu kwasu mlekowego powoduje wzrost kwasowości sera, co w znaczny sposób wpływa na jego smak i strukturę [5].

Metody uzyskiwania skrzepu i techniki jego obróbki

Kluczowym etapem produkcji zarówno serów kwasowych, podpuszczkowych, twarogów jak i mlecznych napojów fermentowanych jest proces koagulacji. Ze względu na mechanizm odpowiedzialny za ten proces można podzielić koagulację na kwasową i podpuszczkową. W produkcji wyrobów z mleka ukwaszonego koagulacja kwasowa następuje na skutek rozwoju bakterii fermentacji mlekowej (wprowadzanych jako kultury startowe). W efekcie ukwaszenia mleka (produkcji kwasu mlekowego przez bakterie fermentujące laktozę) następuje wzrost jego kwasowości, oraz obniżenie wartości pH mleka do poziomu pH=4,6 (odpowiadającego punktowi izoelektrycznemu kazeiny), ponadto w pH= 4,6 zachodzą także zmiany dotyczące jonów wapnia. Jony wapnia, które odpowiadają za tworzenie w miceli kazeinowej mostków, oddysocjują, przechodzą do fazy wodnej, w efekcie czego mostki pękają, a kazeinowe micelle ulegają rozciągnięciu, co zwiększa ich wzajemny kontakt i powstawanie wiązań międzymicelarnych. Dochodzi w ten sposób do asocjacji micel kazeinowych i wytworzenia skrzepu, czyli białkowego żelu (tzw. kwasowy żel mleczny), który w wolnych przestrzeniach uporządkowanej struktury sieciowej blokuje pozostałe składniki mleka [6]. Koagulacja kwasowa jest procesem odwracalnym poprzez wzrost wartości pH układu. Doprowadzenie pH do wartości 6,6 prowadzi do całkowitego powrotu kazeiny do postaci koloidalnej, ponieważ cząsteczki białka naładowane jednoimienne, odpychają się zamiast agregować w żel [18]. Drugim typem koagulacji jest koagulacja podpuszczkowa, którą wykorzystuje się w procesie produkcji serów podpuszczkowych i kazeiny. Jej mechanizm polega na wytrąceniu kazeiny, czyli głównego białka mleka, nie poprzez ukwaszenie mleka, a przez działanie kazeolitycznego enzymu. Najstarszym i najbardziej znanym preparatem takiego rodzaju jest podpuszczka pozyskiwana z cielęcych żołądków, która w swoim składzie zawiera mieszaninę takich enzymów jak rennina, chymozyna, pepsyna oraz kwaśna proteinaza [13].



Podpuszczka pochodzenia zwierzęcego stosowana do produkcji serów powoduje, że nie mogą one być spożywane przez wegetarian. Istnieje jednak wiele enzymów pochodzenia roślinnego lub mikrobiologicznego, które w zbliżony lub taki sam sposób jak podpuszczka oddziałują na białka mleka. Do enzymów roślinnych należą: bromelaina (pozyskiwana z soku ananasa), kardozyny (z karczocha hiszpańskiego) oraz papaina (z owoców papai) [17]. Obecnie najczęściej stosowane są preparaty mikrobiologiczne uzyskiwane z grzybów z gatunku *Rhizopus miehei*. Posiadają wysoką aktywność proteolityczną i mają istotne znaczenie w procesie dojrzewania serów, co pozwala otrzymać produkty o bogatszym smaku i zapachu [13].

Krzepnięcie mleka po wprowadzeniu do niego podpuszczki można podzielić na dwie fazy. Pierwsza z nich to faza enzymatyczna, w trakcie której preparat kazeolityczny (najczęściej podpuszczka) hydrolizując wiązanie peptydowe (pomiędzy Phe105 oraz Met106) oddziela od kappa-kazeiny część rozpuszczalnego w wodzie łańcucha polipeptydowego, zwanego glikomakropeptydem (GMP) [18]. Dalsza część omawianego procesu, czyli tzw. faza koagulacyjna następuje w wyniku odłączenia od miceli kazeinowej glikomakropeptydu. Konsekwencją tego rozdziału jest spadek potencjału elektrokinetycznego miceli kazeinowej do blisko połowy wyjściowej wartości, co powoduje, że micelle kazeinowe tracą znaczną ilość swojej powłoki hydratacyjnej. Niewidoczne dotąd miejsca aktywne ujawniają się i następuje łączenie się miceli, tworząc trójwymiarową sieć stosunkowo mocnych wiązań, czego efektem jest powstanie silnego żelu. Krzepnięcie mleka w wyniku działania podpuszczki przebiega „na słodko”, ale nawet niewielkie zakwaszenie mleka do pH 6,2-6,4, przyspiesza proces, ponieważ zwiększa to aktywność enzymu [18].

Proces koagulacji można także przyspieszyć zwiększając w mleku stężenie jonów wapnia (najczęściej poprzez dodatek chlorku wapnia), co korzystnie wpływa na wzmocnienie zwięzłości skrzepu, poprzez oddziaływanie na mostki wapniowe tworzące się między cząsteczkami para-kappa-kazeiny. Powstawanie skrzepu podpuszczkowego (w stałej temperaturze 31-33°C) odbywa się w trakcie 30-40 minutowej inkubacji, po upływie tego czasu przeprowadza się ocenę jego zwięzłości, najczęściej poprzez ocenę wizualną lub przystosowanymi do tego celu detektorami optycznymi. Skrzep uzyskany w wyniku koagulacji jest krojony i osuszany w celu powolnego wydzielenia serwatki, jest on jednocześnie podgrzewany aby regulować wielkość ziaren serowarskich i wpływać na rozwój, jak również na aktywność bakterii zakwaszających [13]. Istotny jest fakt, iż produkcja serów miękkich wymaga zatrzymania dużej ilości serwatki, dlatego też skrzep kroi się na duże graniastostupy, kiedy osiągnie większą zwięzłość [1].

Formowanie i solenie

Formowanie serów Camembert odbywa się w specjalnie do tego przeznaczonych perforowanych formach serowarskich o różnych kształtach i rozmiarach w zależności od specyfiki wyrobu finalnego. W przypadku serów, które nie wymagają prasowania, po pokrojeniu skrzepu część serwatki jest oddzielana, a pozostała gęstwa kierowana jest (za pomocą zaworu spustowego i rozdzielacza) do określonych form serowarskich, które w ścianach posiadają otwory o średnicy mniejszej od średnicy serowych ziaren, umożliwiając wypływ wydzielonej serwatki. Natomiast ziarno serowe pozostaje w formach i osiadając pod wpływem siły grawitacji zlepia się w jednolitą masę. Proces osadzania i zlepienia się ziaren jest zależny od ich temperatury i kwasowości (ziarna, które są zbyt intensywnie osuszone i pozbawione obmywającej je serwatki trudniej się zlepiają). Osadzonej w formie powierzchniowo obciekniętej masy serowej nie należy dopełniać gęstwą ponieważ nie wytworzy się jednolite połączenie, a na przekroju będzie widoczna uzupełniona część masy tzw. dolewka [15].

Parametry sera takie jak rozmiar, kształt i waga muszą odpowiadać podmiotowym normom jakościowym. W serach miękkich dojrzewanie zachodzi od powierzchni w głąb masy, a sery takie w swojej masie zawierają stosunkowo dużo wody, dlatego też posiadają kształt o znacznie większej powierzchni względem ich objętości. Sery twarde natomiast dojrzewają w całej masie i nadaje im się kształt pozwalający na uzyskanie małej powierzchni w stosunku do objętości [20].

Wiele gatunków sera (w tym głównie sery typu szwajcarskiego lub holenderskiego) po zakończeniu procesu dogrzewania ziarna poddawanych jest wstępnemu prasowaniu pod lustrem serwatki. Podczas tego etapu następuje



łączenie się ziaren gęstwy serowej, powstawanie jednolitej masy i kształtu stanowiącego wstęp do właściwego prasowania. Najważniejszym aspektem związanym z procesem prasowania jest to, aby przyłożony na powierzchnię sera nacisk był w początkowej fazie niewielki i stopniowo wzrastał wraz z upływem czasu. Prawidłowo prowadzone prasowanie pozwala usunąć odpowiednie ilości serwatki oraz uniknąć powstawania w masie serowej szczelin i pustych wnęk [14].

Solenie serów jest ostatnim przed dojrzewaniem etapem produkcji. Odbywa się ono najczęściej poprzez zanurzenie całych bloków sera w kąpeli solankowej lub prowadzone jest metodą tzw. „na sucho” poprzez nacieranie powierzchni serów solą. Solenie jest etapem wpływającym na właściwą jakość gotowego wyrobu. Oprócz kreowania odpowiedniego smaku sól wpływa także na aktywność mikroorganizmów podczas dojrzewania poprzez obniżenie ich aktywności, a także w efekcie wzrastającego ciśnienia osmotycznego wspomaga usuwanie pozostałej wody z bloku sera [13].

Nasolenie masy serowej chlorkiem sodu (solą kuchenną) nie tylko nadaje serom pożądany smak, ale w głównej mierze wpływa na prawidłowe procesy zachodzące podczas dojrzewania sera i kształtowanie się prawidłowej struktury i konsystencji wyrobu finalnego. Optymalne stężenie NaCl (na poziomie 5-6%) w fazie wodnej sera intensyfikuje hydrolityczne działanie enzymu podpuszczkowego w trakcie jego dojrzewania. Sól ogranicza aktywność metaboliczną wielu niepożądanych bakterii odpowiadających za wzdęcia serów, jak również wady smaku i zapachu. Odpowiednie stężenie chlorku sodu determinuje rozwój pożytecznych bakterii fermentacji mlekowej (tolerujących kilkuprocentowe zasolenie), jak również enterokoków, które znajdują zastosowanie jako składniki mikroflory zakwasów serowarskich. Ponadto, właściwa ilość soli zwiększa także stopień hydratacji białek sera, uplastyczniając tym samym jego konsystencje. Dodatkowo, wpływ soli na przemiany aminokwasów siarkowych, w trakcie których tworzy się siarkowodór zapobiega niekorzystnym zmianom smakowo-zapachowym [15]. Sól przyspiesza dojrzewanie sera przez częściowe rozpuszczenie parakazeiny, a wspomagając wytworzenie wokół produktu mocniejszej skórki, która zapobiega wysychaniu wnętrza sera, ogranicza działanie niekorzystnych czynników zewnętrznych. Sól przenika do wnętrza sera na drodze dyfuzji dążąc do wyrównywania stężenia soli w serowej masie. Szybkość tego procesu jest zależna od takich czynników jak: kształt i wielkość bloku sera, grubość wytworzonej skórki, skład chemiczny i konsystencja miąższu sera oraz temperatura w trakcie solenia [12].

W przypadku serów typu Camembert po formowaniu są zanurzone w solance na okres od 1 do 2 godzin, w zależności od wielkości i grubości krążków. Do solenia tego rodzaju serów miękkich wykorzystuje się solankę o stężeniu 14–16% NaCl. Aby zapewnić odpowiednią jakość produktu, solanka powinna charakteryzować się właściwą pojemnością buforową, co pozwala utrzymać stabilność stężenia jonów wodorowych podczas procesu. Temperatura solenia w przypadku Camemberta powinna być utrzymywana w zakresie 12–14°C, co sprzyja równomiernemu przenikaniu soli do wnętrza sera i zachowaniu jego właściwości organoleptycznych [15].

Dojrzewanie

Dojrzewanie serów to zespół ukierunkowanych procesów biochemicznych, które przebiegają w kontrolowanej temperaturze oraz wilgotności i prowadzą do określonych przemian składników takich jak: węglowodany, tłuszcze, oraz białka, wpływając na kształtowanie cech organoleptycznych wyrobów finalnych. Dojrzewanie powinno być rozpatrywane jako złożone procesy mikrobiologiczno-enzymatyczne, a także jako zabiegi polegające na stałym kontrolowaniu i pielęgnowaniu serów w dojrzewalni. Wyprodukowane sery, pomimo wykonanego zabiegu solenia, nie posiadają jeszcze odpowiednich cech smakowo-zapachowych, są one lekko słone i kwaśne, a ich tekstura jest gumowata lub krucha. Dopiero przemiany zachodzące podczas dojrzewania nadają im specyficznych cech organoleptycznych, prowadzą do wytworzenia właściwej konsystencji i tekstury [15]. Dojrzewanie sera zachodzi dwuetapowo, jako dojrzewanie wstępne i właściwe. W trakcie pierwszego etapu (wstępnego) zachodzą zmiany spowodowane fermentacją mlekową, która przebiega podczas obróbki skrzepu i gęstwy, w czasie formowania,



solenia i pierwszych dni dojrzewania. Podczas dojrzewania właściwego białka ulegają degradacji, zachodzą dalsze procesy związane z przemianami kwasu mlekowego, zmianom enzymatycznym podlegają również tłuszcze i sole mineralne [15]. Na przemiany zachodzące w trakcie dojrzewania wpływa wiele czynników związanych z enzymatycznymi procesami hydrolizy składników takich jak białko i tłuszcz. Proces dojrzewania uzależniony jest także od fizycznych właściwości bloku sera np. jego wielkości, rodzaju zastosowanego opakowania, temperatury panującej w dojrzewalni lub czasu i temperatury w trakcie dystrybucji. Niezwykle istotne jest również zastosowanie odpowiednich kultur starterowych, co wpływa nie tylko na otrzymywanie sera, ale także na jego dojrzewanie. Kultury starterowe dodawane na początku procesu produkcji do mleka, w celu jego zakwaszenia i właściwego dojrzewania, w znacznym stopniu wpływają na wytworzenie charakterystycznych cech smakowo zapachowych, właściwych dla danego gatunku sera [4].

Bibliografia:

1. Baranowska W., 2020. Jak powstają sery? Poznajmy technologię produkcji sera podpuszczkowego. Mleczarskie Technologie [online]. Mikołów: Womat [przełgądany 15.11.2024].
2. Dudzińska A., Domagała J., Wszolek M. (2014). Wpływ wysokiego ciśnienia hydrostatycznego na podstawowe składniki mleka. ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2(93), 19-32.
3. Frantzen C.A., Kleppen H.P., Holo H. (2018). Lactococcus lactis diversity in undefined mixed dairy starter cultures as revealed by comparative genome analyses and targeted amplicon sequencing of epsD. Applied and Environmental Microbiology, 84(3), doi:10.1128/AEM.02199-17.
4. Garbowska M., Pluta A. (2014). Metody przyspieszania dojrzewania serów. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 578, 27-38.
5. Kołakowski P., Kowalska M., Sędowska-Ćwiek J. (2013). Mikroflora serów dojrzewających. Innowacyjne Mleczarstwo, 1(1), 6-13.
6. Lucey J. A. (2004). Cultured dairy products: an overview of their gelation and texture properties. International Journal of Dairy Technology, 57(2/3), 77-84.
7. Rozporządzenie (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego
8. Shani N., Isolini D., Marzohl D., Berthoud H. (2021). Evaluation of a new culture medium for the enumeration and isolation of Streptococcus salivarius subsp. thermophilus from cheese. Food Microbiology, doi: 10.1016/j.fm.2020.103672.
9. Siemianowski K., Lis A., Bohdziewicz K., Suspendowski J. (2015). Porównanie wybranych cech tekstury skrzepu kwasowego otrzymanego z mleka pasteryzowanego i mleka mikrofiltrowanego. Nauki Inżynierskie i Technologie. 3(18). ISSN 2080-5985.
10. Siroli L., Patrignani F., D'alessandro M., Selveti E., Torriani S., Lanciotti R. (2020). Suitability of the nisin Z-producer Lactococcus lactis subsp. lactis CBM 21 to be used as an adjunct culture for Squacquerone cheese production. Animals (Basel), 10(5), doi: 10.3390/ani10050782.
11. Skrzypek J., Cais-Sokolińska D., Pikul J., Skrzypek M. (2002). Jakość mikrobiologiczna mleka poddanego procesowi mikrofiltracji i pasteryzacji. Przemysł Spożywczy, 55(11), 22-24.
12. Sokołowska O. (2019). Sery typu holenderskiego: sery znane z łagodności i rotacji. Forum Mleczarskie [online]. Warszawa: Nathusius Investments, 1(92) [przełgądany 21.11.2024]. Dostępny w: <https://www.forummleczarskie.pl/RAPORTY/789/sery-typu-holenderskiego>
13. Zaręba D., Ziarno M. (2017). Poznajmy dobry ser podpuszczkowy. Forum Mleczarskie [online]. Warszawa: Nathusius Investments, 1(80) [przełgądany 15.11.2024]. Dostępny w: <https://www.forummleczarskie.pl/RAPORTY/612/poznajmy-dobry-ser-podpuszczkowy>



14. Żelazowski P. (2016). Sery podpuszczkowe dojrzewające typu holenderskiego (Edam, Gouda). *Badania młodych naukowców*, 4, 5-26.
15. Ziajka S. (1997). *Mleczarstwo zagadnienia wybrane*. Olsztyn: Wydawnictwo Akademii Rolniczo-Technicznej. ISBN 83-86497-84-X.
16. Ziarno M., Godlewska A. (2008). Znaczenie i wykorzystanie bakterii rodzaju *Lactococcus* w mleczarstwie. *Medycyna Weterynaryjna*, 64(1), 35-39.
17. Ziarno M., Zaręba D. (2012). Produkty mleczne dla wegetarian – prawda czy fałsz. *Forum Mleczarskie*[online]. Warszawa: Nathusius Investments, 1(12) [przełączany 20.11.2024]. Dostępny w: <https://www.forummleczarskie.pl/RAPORTY/242/produkty-mleczne-dla-wegetarian>.
18. Ziarno M., Zaręba D. (2020). Białka mleka: Białko wzorcowe. *Forum Mleczarskie* [online]. Warszawa: Nathusius Investments, 3(99) [przełączany 13.12.2024]. Dostępny w: <https://www.forummleczarskie.pl/RAPORTY/868/bialka-mleka-bialko-wzorcowe>.
19. Żulewska J. (2010). Membrany. *Forum Mleczarskie* [online]. Warszawa: Nathusius Investments, 3(09) [przełączany 12.03.2021]. Dostępny w <https://www.forummleczarskie.pl/RAPORTY/142/membrany-odwrocona-osmoza-nanofiltracja-ultrafiltracja-mikrofiltracja>
20. http://ekoportal.gov.pl/fileadmin/Ekoportal/Pozwolena_zintegrowane/poradniki_brnzowe/8._Najlepsze_D_ostepne_Techniki__BAT__wytyczne_dla_branzy_mleczarskiej.pdf [przełączany 13.12.2024].