



## Ser - tradycja i nowoczesność

Robert Waraczewski  
Zakład Technologii Mleczarstwa i Żywności Funkcjonalnej,  
Katedra Technologii Żywności Pochodzenia Zwierzęcego,  
Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,  
ul Skromna 8, 20-400 Lublin  
e-mail: robert.waraczewski@up.lublin.pl

Historia sera jest niemalże tak antyczna jak historia człowieka. Od powstania pierwszych serów, do dzisiejszego dnia podejmowane są starania, by produkować ser smaczniejszy, bardziej trwały, o wyższej jakości i wydajności, ale też tańszy i szybszy w produkcji. Z czasem do produktów produkowanych masowo przyłgnęło określenie niskiej jakości, chęci wytworzenia pożywienia jak najniższym kosztem, bez uwagi na zdrowie i dobrostan konsumenta. Z tego powodu część kupujących poszukuje powrotu do tradycji, gdzie, jak panuje powszechne przekonanie, znajduje się Złoty Graal jakości produktu. Jednak czym jest ta legendarna tradycja? Który okres w dziejach serowarstwa stanowi czas tradycyjnej produkcji sera i kiedy się on kończy?

Wprowadzenie mleczarstwa było kamieniem milowym w rozwoju wczesnego rolnictwa, a produkty mleczne szybko stały się głównym elementem diety prehistorycznych rolników oraz korzystających z ceramiki późnych myśliwych-zbieraczy. Produkcja sera była odkryciem przełomowym, ponieważ nie tylko umożliwiała przechowywanie przetworów mlecznych w trwałej i nadającej się do transportu formie, ale skutkowałą również przemianą mleka w produkt bardziej strawny. Odkrycie w północno-zachodniej Anatolii obfitych pozostałości mleka w naczyniach ceramicznych pochodzących z VII tysiąclecia dostarczyło najwcześniejszych dowodów na przetwarzanie mleka, chociaż nie udało się jednoznacznie określić rodzaju praktyki. W Europie w strefie klimatu umiarkowanego dokonano odkrycia skorup z charakterystycznymi małymi dziurkami datowane na szóste tysiąclecie p.n.e., które zostały typologicznie zinterpretowane jako „cedzaki do sera”, chociaż nie wykazano jeszcze bezpośredniego związku z przetwarzaniem mleka. Pozostałości organiczne zachowane w naczyniach ceramicznych dostarczyły bezpośrednich dowodów na wczesne wykorzystanie mleka w okresie neolitu na Bliskim Wschodzie i w Europie Południowo-Wschodniej, Afryce Północnej, Danii i Wyspach Brytyjskich, w oparciu o zawartość głównych kwasów tłuszczowych w mleku.

Pierwszych bezpośrednich dowodów na specjalistyczne użycie naczyń do przetwarzania mleka w kulturze neolitycznej dostarczyli Salque i in., którzy odkryli dowody na produkcję sera w osadach kultury ceramiki wstęgowej rytej w regionie Kujaw w Polsce. Odkrycia te datowane są na okres od około 5200 do 4900/4800 p.n.e. Badania koncentrowały się na analizie lipidów zawartych w fragmentach naczyń ceramicznych pochodzących z kilku stanowisk archeologicznych, w tym w Brześciu Kujawskim, Miechowicach, Smółsku, Wolicy Nowej, Starym Nakonowie i Ludwinowie [11].

Kluczowym elementem odkrycia było zidentyfikowanie wysokich stężeń tłuszczów mlecznych w sitach ceramicznych, których cechy, m.in. przypadkowo rozmieszczone otwory sugerowały użycie w produkcji sera. Dodatkowo na zastosowanie w procesach związanych z przetwarzaniem produktów mlecznych wskazywała obecność wosku pszczelego w niektórych naczyniach, zwłaszcza tych z wąskimi szybkami. Woski pszczele mogły służyć do nadania naczyniom cechy wodoodporności lub ułatwienia wyjmowania sera z form. Są to najwcześniejsze doniesienia o produkcji sera, jednak trudno mówić tutaj o tradycji, której szukamy dzisiaj. Przenieśmy się do czasów nam bliższych [11].

Ważną częścią światowej produkcji sera jest rynek amerykański. W 1849 r. w Stanach wytworzono ponad 45 milionów kilogramów sera, który był produkowany głównie przez kobiety na farmach i wyłącznie z surowego (nie poddanego procesowi pasteryzacji) mleka. W przetwórnictwie mleka brakowało nowoczesnej technologii, wciąż bazowano na dawnych przepisach, co skutkowało małym rozmiarem serów, różnicach w jakości między poszczególnymi partiami i niewielką konkurencyjnością - ok. 50% sera pochodziło z Nowego Jorku. Pierwsza fabryka sera w USA powstała dwa lata później, w Nowym Jorku właśnie i produkowała jedynie cheddar. Do najważniejszych etapów produkcji ówczesnego sera zaliczano zawijanie świeżych serów w tkaninę, smarowanie olejem, smalcem lub parafiną w celu ograniczenia strat wilgoci i przenoszenie na drewniane półki dojrzewalni, gdzie panowała ściśle określona temperatura. Mimo rozwoju przemysłu serowarskiego i szybkiego budowania nowych fabryk, zauważalna część sera wciąż pochodziła z farm. Pasteryzacja pojawiła się dopiero w roku 1914, jednak jako nowa technologia nie zdobyła popularności. Powodem był brak wymogów w jakości mleka. Fabryki skupowały mleko nieprzebadane, pozbawione standardów mówiących o ilości antybiotyków i bakterii. Co więcej dokładny skład sera również nie był znany z powodu braku standaryzacji mleka [15].

Z czasem postęp technologiczny ukierunkowany na coraz lepszą obróbkę skrzepu mlecznego oraz rozwój maszyn serowarskich pozwoliły na większą mechanizację i automatyzację procesu produkcji sera. Dzięki temu zwiększyło się bezpieczeństwo mikrobiologiczne produktów, zmniejszyły się koszty produkcji oraz łatwiej uzyskiwano sery o jednakowej jakości. Jednak, aby automatyzacja spełniała swój pełny potencjał, szybkość i zakres zakwaszenia przez bakterie startowe muszą być przewidywalne i powtarzalne. Głównym postępem naukowym w tworzeniu sera w ostatnich 50 latach był rozwój szczepów starterowych (szczepionek). Początkowo bakterie serowarskie hodowano w zakładach produkujących sery przy użyciu samoistnej fermentacji mleka wysokiej jakości. W roku 1890 Chr. Hansen Inc. opracowało wyizolowane kultury dla serowarów sprzedawane w fiolkach do późniejszego rozmnożenia w zakładzie. Niestety płynne kultury starterowe traciły zdolność do poprawnego zakwaszenia mleka z powodu częstych zanieczyszczeń bakteriofagami. Przełomem w rozwoju stałej produkcji kwasu przez kultury starterowe było odkrycie, że fermentacja laktozy i aktywność proteolityczna (potrzebne do szybkiego wzrostu, który był wymagany do niezawodnej fermentacji laktozy) były kodowane przez DNA plazmidowe [7][10]. Odkrycie to odegrało kluczową rolę w ostatecznym rozwoju szczepów starterowych odpornych na bakteriofagi, również kodowanych przez DNA plazmidowe [13]. Szczepy starterów, które są odporne na infekcję bakteriofagową i które zakwaszają w sposób kontrolowany, były niezbędnym elementem technologii produkcji sera w sposób przewidywalny i spójny i są niezbędne dla automatyzacji stosowanej obecnie [2]. Chociaż kultury masowe (bakterie hodowane w medium w fabryce sera) są nadal używane, zwłaszcza w przypadku serów, które będą dojrzewać przez dłuższy czas, technologia stosowania kultur starterowych uległa znacznym zmianom. Koszt hodowli kultur masowych i potencjalna utrata wydajności sera z powodu zastąpienia mleka medium zakwaszającym doprowadziły do stosowania wysoce skoncentrowanych kultur sprzedawanych w postaci mrożonego pelletu. Pellet jest dodawany bezpośrednio do mleka serowego, bez konieczności hodowli kultur w fabryce. Eliminacja przygotowywania szczepionek znacznie zmniejszyła ilość incydentów związanych z zakażeniem mikrobiologicznym.

Kolejny postęp technologiczny w tworzeniu sera, przetwarzanie mleka za pomocą membrany, miał swoje korzenie w latach 60. XX wieku, ale nie był rutynowo wdrażany do ostatnich 20 lat. Przetwarzanie membranowe odnosi się do rozdzielania i stężenia mleka za pomocą specjalnych membran. Pozwala to na usunięcie części

wody, laktozy, minerałów i białek serwatki w zależności od wielkości porów membrany. W konsekwencji sucha masa mleka staje się skoncentrowana. Zastosowanie filtracji membranowej pozwala producentowi sera uzyskać wyższą wydajność sera. Jednakże, mimo tak dużego udziału nowoczesnej technologii i automatyzacji, wciąż niezbędna jest kadra fachowców, by stale nadzorować proces warzenia sera, tak jak to miało miejsce czasach odległych. Co więcej rośnie liczba konsumentów zainteresowanych produkcją sera w sposób tradycyjny, bez wykorzystania nowoczesnych maszyn. Tacy konsumenci często poszukują też serów produkowanych tak jak przed laty, regionalnie i niechętnie sięgają po wyroby komercyjne.

Czy jest to jednak wybór świadomy, chęć uniknięcia dodatków do żywności i wyrobów seropodobnych oraz przekonanie, że kiedyś było lepiej? Wg literatury, produkcja sera w roku 1917 wyglądała następująco: mleko przywożono w metalowych kankach, które chłodzono zimną, źródlaną wodą w temp. ok. 12 °C. Czasami przyspieszano chłodzenie dodając lód, nie było to jednak działanie powszechne. Chłodzenie zimną wodą nie przynosiło dobrych rezultatów i tak chłodzone mleko charakteryzowało się bardzo wysoką liczbą bakterii - przekraczającą 1 milion/ml mleka. Jak podaje Hlynka i in. [4] zbyt wysoka temperatura mleka i zbyt intensywne mieszanie powodują zjełczały smak sera i obce posmaki. Obecnie zjełczały smak występuje niezwykle rzadko i jest niemalże zawsze następstwem nadmiernej obróbki mechanicznej i pobieraniem mleka od krów chorych na zapalenie strzyków. Z powodu niewystarczającego sprzętu, ówczesni serowarowie posiadali niewielką kontrolę nad procesem produkcji sera oraz nie byli w stanie monitorować jego jakości. Co więcej z powodu niskich warunków sanitarnych na farmach do mleka dostawała się krowia sierść i brud. Sytuacja uległa poprawie dopiero w roku 1960, kiedy Knaysi i Ford opracowali technikę szybkiego pomiaru ilości mikroorganizmów w mleku. Większa świadomość o zagrożeniu wynikającym z nadmiernej ilości bakterii, skłoniła serowarów do wybierania mleka od sprawdzonych dostawców, tym samym promując produkcję mleka bezpiecznego, o wyższej jakości mikrobiologicznej. Kolejnym krokiem do poprawy jakości mleka była pasteryzacja - proces ogrzewania w celu zniszczenia lub zahamowania wzrostu drobnoustrojów z jednoczesnym zachowaniem jakości surowca i większości wartości odżywczych. Niestety 100 lat temu uważano, że naturalny proces zakwaszania mleka następujący w procesie produkcji sera jest wystarczający, by skutecznie ograniczyć florę bakteryjną, więc pasteryzacja mleka przeznaczonego na ser nie była powszechna. Ponadto przez długi czas oceniano pasteryzację jako zbędną z powodu rzekomego pogorszenia smaku mleka i znacznych kosztów wprowadzenia odpowiednich maszyn. Pasteryzacja mleka na ser zyskała na popularności dopiero później, jednakże nie z przyczyn bezpieczeństwa żywności. Okazało się, że mleko pasteryzowane jest łatwiejsze w przetwórstwie, pozwala na większą wydajność sera oraz cechuje się lepszą i bardziej powtarzalną jakością w porównaniu do mleka surowego. Dawniej mleko pasteryzowano w niskiej temperaturze przez długi czas. Teraz stosuje się metody szybkiej pasteryzacji (ok. kilkunastu sekund) w krótkim czasie lub sterylizację (proces UHT) - ogrzewanie do 135-150 °C w czasie ok. 1 s i równie szybko schłodzenie do temperatury pokojowej. Pasteryzacja przyczyniała się do zmniejszenia ilości bakterii w mleku, jednak, jeśli ser został skażony i nie cechował się wystarczająco wysoką kwasowością i niską zawartością wody, wzrost mikroorganizmów był nieunikniony [15]. Mimo zalet pasteryzacji część konsumentów poszukuje serów wykonywanych w sposób tradycyjny, bez pasteryzacji mleka. Tak produkowane sery mogą być bezpieczne, jeśli zostaną zachowane wymogi sanitarne. Zahamowanie rozwoju flory bakteryjnej może zostać osiągnięte dzięki osiągnięciu odpowiednio wysokiej kwasowości sera, niskiej wilgotności, pokrywaniu sera ochronną warstwą wosku lub polioctanu, czy poprzez proces dojrzewania w odpowiednich warunkach [1][8][9][6].

Transport mleka w metalowych kankach trwał do wczesnych lat 70. Rozwój przemysłu mleczarskiego i serowarskiego wymusiły na hodowcach bydła zastosowanie pewniejszych sposobów na transport mleka. Powszechne stały się ciężarówki chłodnicze mogące przewozić do 23000 kg mleka. Dzięki temu pojedynczy samochód dostawczy zbierał surowiec od pobliskich hodowców i dostarczał mleko do przetworni, co oszczędzało farmerom wielogodzinnych podróży. Co więcej upowszechnienie elektryczności na farmach pozwoliło na schładzanie w sposób mechaniczny, co skutkowało szybszym procesem i znacznie niższą temperaturą niż 12 °C.

Kolejną innowacją była zamiana produkcji z mleka w kankach, na mleko hurtowe. Temperatura mleka składowane w ogromnych tankach nie przekracza 7 °C, a limit bakterii na ml mleka zmniejszono najpierw z miliona do 300000 jtw, a następnie dzięki postępowi technologicznemu dzisiejszym standardem jest mniej niż 100 jtw [3][6][8][14].

Aby ułatwić znaczny wzrost produkcji sera, konieczne było opracowanie bardziej stabilnej i zwiększonej podaży podpuszczki - mieszaniny enzymów używanej do przetworzenia mleka w ser. Przed latami 80. niemal cała podpuszczka była ekstrahowana z żołądków cielęcych lub określonych pleśni. W latach 80. wyzwaniem okazało się opracowanie chymozyny (tj. aktywnego enzymu w podpuszczce) wytwarzanej w procesie fermentacji. Wprowadzenie genów cielęcych odpowiedzialnych za produkcję chymozyny do pleśni spowodowało, że pleśnie produkowały chymozynę w procesie fermentacji. Ponad 90% podpuszczki stosowanej obecnie to chymozyna wytwarzana w procesie fermentacji, która ma tę zaletę, że jest zarówno koszerna, jak i halal. Jest to szczególnie ważne w przypadku sprzedaży produktów pochodzących z serwatki [5].

Odkąd człowiek zaczął produkować ser, jego technologia bardzo się zmieniła. Z prymitywnych narzędzi i procesu spontanicznego wywodzą się dzisiejsze automatyczne maszyny, mechanizacja procesu i precyzyjnie dobrane warunki. Mimo wielkich różnic, idea produkcji sera i kluczowe etapy takie jak wykorzystywanie kultur mikrobiologicznych czy produkcja gęstwy serowej za pomocą podpuszczki pozostają niezmiennie – bez tradycji nie byłoby nowoczesności. Poświęcenie ogromnej uwagi higienie procesu pozwala na bezpieczną konsumpcję sera dostępnego w każdym sklepie, jak i od tradycyjnych, rzemieślniczych serowarów. Mimo że produkcja rzemieślnicza kojarzy się zwykle z wysoką jakością, należy wziąć pod uwagę, że sery oferowane w sklepach są bardzo bezpieczne i cechują się wystarczającą jakością za przystępną cenę. Najważniejszym czynnikiem przy wyborze sera jest to, aby wybór był świadomy.

#### Bibliografia:

1. Bachmann H. P., Spahr U. (1995). The fate of potentially pathogenic bacteria in Swiss hard and semihard cheeses made from raw milk. *Journal of Dairy Science*, 78:476–483.
2. Cogan, T. M., Beresford T. P., Steele J., Broadbent J., Shah N. P., Ustanol Z. (2007). Invited review: Advances in starter cultures and cultured foods. *Journal of Dairy Science*, 90:4005–4021.
3. El-Gazzar F. E., Marth E. (1992) Salmonellae, salmonellosis, and dairy foods: A review. *Journal of Dairy Science*, 75:2327–2343.
4. Hlynka I., Hood E. G., Gibson C. A. (1943). Agitation and temperature of cheese milk and the development of rancid and unclean flavors in Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 26(12), 1111-1119.
5. Johnson M. E. (2017). A 100-Year Review: Cheese production and quality. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 9952-9965.
6. Lundén J., Tolvanen R., Korkeala H. (2004). Human listeriosis outbreaks linked to dairy products in Europe. *Journal of Dairy Science*, 87(Suppl.): E6–E12.
7. McKay L. L., Baldwin K. A., Efstathiou J. D. (1976). Transductional evidence for plasmid linkage of lactose metabolism in *Streptococcus lactis* C2. *Applied and Environmental Microbiology*, 32:45–52.
8. Pearson L. J., Marth E. (1999). *Listeria monocytogenes*—Threat to a safe food supply: A review. *Journal of Dairy Science*, 73:912–928.
9. Ramsaran H., Chen J. Brunke B., Hill A., Griffiths M. W. (1998). Survival of bioluminescent *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7 in soft cheeses. *Journal of Dairy Science*, 81:1810–1817.
10. Romero D. A., Klaenhammer T. R. (1993). Transposable elements in lactococci: A review. *Journal of Dairy Science*, 76:1–19.
11. Salque M., Bogucki P. I., Pyzel J., Sobkowiak-Tabaka I., Grygiel R., Szymt M., Evershed R. P. (2012). Earliest evidence for cheese making in the sixth millennium bc in northern Europe. *Nature*, 493(7433), 522–525.
12. Sammis J. L., Bruhn A. T. (1912). *The Manufacture of Cheddar Cheese from Pasteurized Milk*. Vol. 27.

13. Sanders M. E., Leonhard P. J., Sing W. D., Klaenhammer T. R. (1986). Conjugal strategy for construction of fast acid-producing, bacteriophage-resistant lactic streptococci for use in dairy fermentations. *Applied and Environmental Microbiology*, 52:1001–1007.
14. Stephan R., Schumacher S., Corti S., Krause G., Danuser J., Beutin L. (2008). Prevalence and characteristics of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in Swiss raw milk cheeses collected at producer level. *Journal of Dairy Science*, 91:2561–2565.
15. Wilson H. L., Hall S. A., Rogers L. A. (1945). The manufacture of Cheddar cheese from pasteurized milk. *Journal of Dairy Science*, 28:187–200.