

Dr inż. Anna BERTHOLD  
Dr inż. Antoni PLUTA  
Mgr inż. Monika DOLIŃSKA  
Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

## SERY DOJRZEWAJĄCE JAKO ŚRODOWISKO ROZWOJU PATOGENÓW®

*Celem artykułu jest omówienie możliwości rozwoju w serach podpuszczkowych dojrzewających drobnoustrojów patogennych, takich jak: *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella* sp. oraz *Staphylococcus aureus*. Przeanalizowano wpływ różnych czynników technologicznych wpływających na rozwój patogenów w serach. Dokonano przeglądu piśmiennictwa dotyczącego jakości mikrobiologicznej serów rynkowych. Przedstawiono przypadki zatruc pokarmowych wywołanych spożyciem serów dojrzewających, zanieczyszczonych drobnoustrojami chorobotwórczymi.*

**Słowa kluczowe:** sery podpuszczkowe, zatrucia pokarmowe, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

tych można zaliczyć: *Listeria monocytogenes*, niektóre gatunki z rodzaju *Salmonella*, enterotoksyczne szczepy *Escherichia coli* oraz *Staphylococcus aureus*. W niniejszym artykule zostaną one omówione.

### WPROWADZENIE

Obecne w żywności drobnoustroje chorobotwórcze mogą być przyczyną chorób, które określane są mianem zatruc pokarmowych. Zatrucia te najczęściej są dzielone na: toksyko-infekcje (są następstwem spożycia wraz z pokarmem żywych drobnoustrojów zdolnych do wywołania zatrucia, np. salmonellozy) oraz intoksykacje (występujące po spożyciu egzotoksyny bakteryjnej wytworzonej w żywności przed jej spożyciem, np. zatrucie enterotoksyną gronkowcową).

Zatrucia pokarmowe zostały uznane za główne przyczyny zachorowań ludzi, zarówno w krajach uprzemysłowionych, jak i rozwijających się. Wśród czynników, które powodują wzrost zagrożeń mikrobiologicznych ze strony żywności wymienia się intensyfikację produkcji rolnej i zwierzęcej. Przyczyniają się one do wzrostu zatruc wywołanych m.in. przez pałeczki *Salmonella*, czy enterokrwotoczne szczepy *E. coli*. Istotne zagrożenie mikrobiologiczne wiąże się z zanieczyszczeniem surowca. Eliminacja lub ograniczenie tego zagrożenia podczas przetwarzania nie zawsze są skuteczne. Coraz częstsze preferowanie przez konsumentów produktów naturalnych lub mało przetworzonych, a ograniczenie stosowania środków konserwujących stwarza warunki lepszego bytowania dla drobnoustrojów. Równie istotnym czynnikiem, który ma wpływ na wzrost liczby zatruc pokarmowych, jest starzenie się społeczeństwa oraz spadek odporności, co sprzyja zatruciom wywoływanym przez *L. monocytogenes* [39].

W ostatnich latach znacznie poszerzyła się lista drobnoustrojów uznanych za czynniki etiologiczne zatruc pokarmowych. Szacuje się, że przyczyną 75% zatruc pokarmowych są bakterie. Jednak pomimo rozwoju metod analitycznych i identyfikacji drobnoustrojów, w wielu przypadkach nie można ustalić czynnika wywołującego zatrucie.

Wiele czynników wpływa na rozwój patogenów w serach. Są to przede wszystkim: temperatura, aktywność wody, pH, obecność białka, soli oraz obecność kultur mleczarskich. Czynniki te mogą hamować wzrost lub eliminować bakterie chorobotwórcze, ale także sprzyjać ich rozwojowi. Odnotowuje się pewną liczbę przypadków zatruc pokarmowych spowodowanych bakteriami chorobotwórczymi występującymi w serach podpuszczkowych dojrzewających. Do patogenów

### LISTERIA MONOCYTOGENES

Rodzaj *Listeria* obejmuje 6 gatunków, ale tylko *Listeria monocytogenes* jest istotna z punktu widzenia bezpieczeństwa żywności. Są to Gram – dodatnie, względnie beztlenowe, nieprzetrwalnikujące pałeczki. Gatunek ten tworzy komórki o średnicy 0,4 -0,5 µm oraz długości 0,5 – 2 µm. Optymalna temperatura wzrostu *L.monocytogenes* to 30-37°C, ale zdolne są do wzrostu nawet w temperaturze 1°C. Rozwijają się w szerokim zakresie pH od 4,3 do 10,0 i tolerują stężenie soli do 10%. Minimalna aktywność wody, przy której obserwuje się jeszcze rozwój tych patogenów to 0,90-0,92. Są izolowane z wody, gleby, gnijącej masy roślinnej oraz od różnych gatunków zwierząt. Badania epidemiologiczne wskazują, że od 1% do 10% ludzi może być bezobjawowymi nosicielami *Listeria monocytogenes* [32, 33].

Zdolność *L. monocytogenes* do namnażania się w serach zależy od gatunku sera. W Szwecji przebadano 333 próbki serów miękkich i półmiękkich, z których 6% zawierało *L. monocytogenes* w liczbie od 10<sup>2</sup> do 10<sup>5</sup> j.t.k./g. Sery produkowane z mleka surowego były zanieczyszczone w znacznie większym stopniu (42% próbek) niż sery z mleka pasteryzowanego (2% próbek) [20]. W próbkach półtwardego sera wyprodukowanego w Turcji z mleka surowego, *L. monocytogenes* stwierdzono w 4,8% próbek [9]. W serach miękkich z surowego mleka owczego bakterie *Listeria monocytogenes* stwierdzono w 46% próbek [25]. W Europie przebadano 329 próbek serów maziowych i obecność *L. monocytogenes* stwierdzono w 6,4% próbek. Występowanie tego gatunku bakterii w serach było zróżnicowane w różnych krajach i tak np. we Włoszech 17,4% próbek zawierało *L. monocytogenes*, w Niemczech – 9,2%, w Austrii i Francji odpowiednio 10% i 3,3%. Zaskakujące jest to, iż większą częstotliwość występowania tych bakterii zanotowano w serach z mleka pasteryzowanego (8,0%) niż z mleka surowego (4,8%). Nie stwierdzono natomiast większego zróżnicowania pomiędzy serami z mleka krowiego, owczego i koziego [31].

W literaturze zagranicznej można znaleźć wiele publikacji poświęconych badaniom możliwości rozwoju *L.monocytogenes* podczas produkcji, dojrzewania i przechowywania różnego

typu serów. Najwięcej publikacji dotyczy serów miękkich (maziowych i pleśniowych), które stanowią środowisko szczególnie sprzyjające rozwojowi i występowaniu dużej liczby *L. monocytogenes*, ze względu na wysoką zawartość wody oraz zbliżone do obojętnego pH na powierzchni skórki.

Wyniki dotyczące przeżywalności *L. monocytogenes* w serach miękkich są rozbieżne. Back i wsp. [4] wykazali, że w serach miękkich przechowywanych w warunkach chłodniczych następuje zwiększenie liczby komórek *L. monocytogenes* jedynie na powierzchni sera. We wnętrzu serów, gdzie pH jest niższe niż pH skórki, wzrost tych bakterii następuje w temperaturze powyżej 15°C. W serze Galotyri (tradycyjny kwasowy miękki ser grecki) omawiane drobnoustroje rozwijają się bez względu na temperaturę przechowywania [29].

Morgan i wsp. [22] udowodnili, iż patogeny te przeżywają we wnętrzu sera z mleka koziego do 42 dnia, nawet gdy zanieczyszczenie jest nieznaczne i wynosi do 10 j.t.k./g. Również półmiękkie ser Trapistów niezależnie od liczby wprowadzanych komórek *L. monocytogenes*, zawierał w ostatnim dniu przechowywania taką samą liczbę tych patogenów, jak na początku przechowywania [18]. Również tradycyjne miękkie sery meksykańskie są dobrym środowiskiem rozwoju *L. monocytogenes* [35].

Znacznie gorsze warunki rozwoju znajdują bakterie *Listeria* w serach półtwardych i twardych, gdyż w czasie dojrzewania ich liczba zmniejsza się do wartości nie zagrażającej zdrowiu konsumentów lub są niewykrywalne w 25g [5, 40].

Równie niekorzystne warunki rozwoju znajduje *Listeria monocytogenes* w serach twarogowych. Stańczak i wsp. [36] badaniom poddali ser twarogowy Grani Quark. Do próbek sera wprowadzili komórki *L. monocytogenes*, a następnie przechowywali je w temperaturze 10°C przez 14 dni oraz w temperaturze 20°C przez 10 dni. W niższej temperaturze liczba komórek *L. monocytogenes* początkowo pozostawała na niezmiennym poziomie, natomiast między 10 i 14 dniem przechowywania zmniejszyła się o 2 rzędy wielkości. Po 14 dniach nie stwierdzili obecności *L. monocytogenes* w 1 g serów. Również w temperaturze 20°C po 10 dniach przechowywania nie stwierdzili komórek *L. monocytogenes*, pomimo intensywnego wzrostu w pierwszych dniach przechowywania. W handlowych serach kwasowych w Turcji *L. monocytogenes* stwierdzono tylko w 2,3% próbek [3].

**Tabela 1.** Przypadki zatruc pokarmowych wywołanych przez *L. monocytogenes* w wyniku spożycia serów

Ser	Liczba opisanych przypadków zatruc pokarmowych	Kraj	Lata
typu cottage	100	Niemcy	1949-1957
typu meksykańskiego	142(48)*	USA	1985
Mont d'Or	122(34)*	Szwajcaria	1983-1987
Brie	20(4)*	Francja	1995
mikki, pleśniowy	36	Francja	1995
Cheddar	29	Kanada, USA	2000-2002
sery miękkie i półmiękkie z mleka surowego	1 8 3 9	Austria Belgia Niemcy Włochy	2005
sery miękkie i półmiękkie z mleka pasteryzowanego	12 3 6	Włochy Polska Portugalia	2005

\* – przypadki śmiertelne podano w nawiasach

W Tabeli 1 przedstawiono wybrane przypadki zatruc pokarmowych w różnych krajach wywołanych przez *L. monocytogenes*, których nośnikiem były sery. Na uwagę zasługuje fakt, iż większość przypadków związana była ze spożyciem serów miękkich.

## ESCHERICHIA COLI

*Escherichia coli* zwana inaczej pałeczką okrężnicy, to Gram ujemne, nieruchliwe, urzęsione bakterie, które nie tworzą przetrwalników. Optymalną temperaturą dla ich rozwoju jest temperatura 30 - 37°C. Bakterie *E. coli* nie przeżywają w temperaturze 72°C i po kilkunastu sekundach giną. Naturalnym środowiskiem ich bytowania jest jelito grube człowieka i innych ssaków, gdzie stanowią mikroflorę komensalną (syntetyzują niektóre związki egzogenne). Występują również w glebie, wodzie i na powierzchni roślin. Gatunek ten, ze względu na powszechność występowania w przewodzie pokarmowym, wykorzystuje się do oceny stanu sanitarnego. *Escherichia coli* mogą być przyczyną stanów zapalnych wymion krów [11].

Chorobotwórcze szczepy *E. coli* podzielono na osiem grup, m.in. ze względu na różnice w wirulencji oraz odrębność serotypów O:H. Wyodrębnione grupy patogenne to: EPEC – enteropatogenne, EIEC – enteroinwazyjne, ETEC – enterotoksyczne, EAEC – enteroagregacyjne, DAEC – dyfuzyjnie przylegające, CDEC – *E.coli* odłączające komórki, NTEC – *E. coli* wytwarzające toksyny martwicze oraz EHEC – enterokrwotoczne. Do ostatniej grupy należy szczep *E. coli* 0157:H7 i to jemu poświęca się najwięcej uwagi, gdyż zatrucia wywołane przez ten szczep charakteryzują się stosunkowo wysoką śmiertelnością [34].

Kazimierzczak i wsp. [17] badały sery krajowe i zagraniczne dostępne w Polsce. W przebadanych próbkach *E. coli* były obecne w 4% próbek serów importowanych i 36% serów krajowych, a ich liczba sięgała 10<sup>4</sup> j.t.k./g. W podobnych badaniach przeprowadzonych w Holandii *E. coli* stwierdzono w 5% próbek serów miękkich pleśniowych [23]. W Hiszpanii w tradycyjnym serze San Simon *Escherichia coli* stanowiły dominujący gatunek wśród *Enterobacteriaceae* (56% wyizolowanych szczepów). Ich liczebność we wnętrzu sera była większa niż na powierzchni, co związane jest z tolerancją kwaśnego środowiska przez te bakterie [38]. W Turcji w tradycyjnym półtwardym serze z mleka surowego stwierdzono *E.coli* w 62% przebadanych próbek. Liczba komórek *E. coli* była na poziomie powyżej 10<sup>3</sup> j.t.k./g. Nie wykryto natomiast szczepu 0157:H7 [37].

Szczep ten został natomiast wykryty przez Öksüz i wsp. [24], którzy stwierdzili zanieczyszczenie sera kwasowego z mleka surowego. Po przebadaniu 50 próbek w dwóch (4%) wykryli obecność komórek szczepu 0157:H7. W Szkocji Coia i wsp. [8] po przebadaniu 739 próbek serów z mleka surowego uznali iż 98,6% tych próbek może być zaakceptowana pod względem liczby *E. coli* (poziom poniżej 10<sup>4</sup> j.t.k./g). W badanych serach nie wykryli szczepu 0157:H7.

W serach rynkowych *Escherichia coli* mogą pochodzić zarówno z surowca (w przypadku serów z mleka surowego), jak i reinfekcji. Przeprowadzono szereg badań, które miały na celu określenie możliwości przeżycia *E. coli* w serach podczas

produkcji i przechowywania. Wyniki badań wskazują, że szczep *E. coli* 0157:H7 znajduje warunki do przeżycia zarówno w serach miękkich [16], jak i twardych [28].

Lekkas i wsp. [19] do próbek tradycyjnego sera greckiego – Galotyri, produkowanego metodą tradycyjną lub przemysłową, dodawali zawiesinę komórek *E. coli* 0157:H7, a następnie próbki te przechowywali przez 28 dni w dwóch wariantach temperatury: 4 lub 12°C. W próbkach, które otrzymano metodą przemysłową nie stwierdzili obecności *E. coli* po przechowywaniu, natomiast występowały one po przechowywaniu sera produkowanego metodą tradycyjną, bez względu na temperaturę przechowywania. W temperaturze 12°C liczba komórek była większa niż w niższej temperaturze i osiągnęła poziom do  $10^5$  j.t.k./g.

Ramsaran i wsp. [27] zbadali sery Camembert i Feta, do produkcji których użyto mleka pasteryzowanego lub surowego zaszczepionego komórkami *E. coli* 0157:H7. W serze Feta omawiane mikroorganizmy osiągnęły największą liczbę w 10 dniu przechowywania. Liczba ta była większa o 3 – 4 rzędy wielkości niż liczba początkowa. Natomiast w serze Camembert po 24 godzinach produkcji ich liczba osiągnęła poziom wyższy o około 2 rzędy wielkości. Pod koniec przechowywania w obu gatunkach serów, zarówno z mleka pasteryzowanego, jak i surowego liczba badanych mikroorganizmów była wyższa niż początkowa.

*Escherichia coli* 0157:H7 są w stanie przeżyć również w serach z serwatki [14].

**Tabela 2.** Przypadki zatruc pokarmowych wywołanych przez *E. coli* w wyniku spożycia serów

Ser	Liczba opisanych przypadków zatruc pokarmowych	Kraj	Lata
Brie, Camembert	347	USA	1971
Brie	>3000	Holandia, Dania, Szwecja	1983
Brie	45	USA	1983
ser miękki	22	Szkocja	1994
ser półmiękki	2	Anglia	1997
Gouda	13	Kanada	2002

W Tabeli 2 zestawiono dane dotyczące zatruc pokarmowych wywołanych przez *E. coli*, których nośnikiem były sery.

## SALMONELLA

Obecność pałeczek z rodzaju *Salmonella* w mleku może być związana z zapaleniem wymienia, wywołanym przez te drobnoustroje, jednakże takie przypadki są stosunkowo rzadkie. Znacznie częściej przyczyną ich obecności w serach są zanieczyszczenia popasteryzacyjne. Pałeczki z rodzaju *Salmonella* występują powszechnie w przewodzie pokarmowym ssaków, ptactwa i są wydalane z kałem, mogą przedostawać się do ścieków, czy nawozów naturalnych. Ich obecność w glebie i wodzie jest dużym zagrożeniem ze względu na to, że w tych warunkach mogą przetrwać kilka miesięcy, a nawet lat. Człowiek również może być nosicielem pałeczek *Salmonella*.

*Salmonella* należą do rodziny *Enterobacteriaceae*, bakterii Gram-ujemnych i nieprzetrwalnikujących. Rozwijają się

w temperaturze 5-45°C i w środowisku o pH 4,5-9,0. Zahamowanie wzrostu następuje przy aktywności wody poniżej 0,94 oraz przy stężeniu NaCl w środowisku powyżej 9% [32].

**Tabela 3.** Przypadki salmonelloz związane ze spożyciem serów

Ser	Liczba opisanych przypadków zatruc pokarmowych	Kraj	Lata
Mozzarella	>100	Włochy	1981
Mozzarella	321(2)*	USA	1981
Cheddar	2700(1)*	Kanada	1984
ser miękki	35	Finlandia	1985
Mont d'Or	>40	Szwajcaria	1985
Mozzarella	164	USA	1989
ser miękki	42	Anglia	1989
ser z mleka kózego	273(1)*	Francja	1993
ser miękki	35	Kanada	1994
Mont d'Or	25(5)*	Francja	1995
Mont d'Or	14(1)*	Francja	1996
Cheddar	>84	Anglia, Szkocja	1996

\* – przypadki śmiertelne podano w nawiasach

*Salmonella typhi* i *Salmonella paratyphi* są czynnikami etiologicznymi duru brzuszego i durów rzekomych. Inne chorobotwórcze gatunki *Salmonella* np. *S. Typhimurium*, *S. heidelberg* i *S. dublin*, wywołują u ludzi zatrucia pokarmowe. Objawy pojawiają się w czasie od 12 do 48 godzin po spożyciu zanieczyszczonej żywności, a są to: bóle brzucha, biegunka (często z wodnistym, krwawym stolcem) oraz gorączka. Zatrucie pokarmowe wywołuje spożycie żywności zawierającej minimum  $10^5$  żywych komórek, należących do chorobotwórczych gatunków z rodzaju *Salmonella*, chociaż np. w przypadku *S. typhimurium* już bardzo niskie dawki, np. kilka komórek, mogą wywołać chorobę u osób szczególnie wrażliwych: dzieci i osób starszych [26]. W Tabeli 3 przedstawiono przypadki salmonelloz wywołanych spożyciem zanieczyszczonych serów.

Największe ognisko salmonellozy, jakie wystąpiło w Kanadzie w lecie 1984 r., objęło 2700 osób, które spożyły ser Cheddar zanieczyszczony *S. typhimurium*. W próbkach serów, które były nośnikiem patogenów wykryto do 10 komórek *Salmonella* w 100 g. Po dokładnych poszukiwaniach przyczyny zanieczyszczenia serów okazało się, że w jednym ze stad były krowy zakażone bezobjawowo, a jednocześnie doszło do uchybień w procesie obróbki cieplnej mleka i niedotrzymania temperatury pasteryzacji [26].

Z badań nad przeżywalnością *Salmonella* w czasie dojrzewania serów Cheddar wynika, że najważniejszym czynnikiem wpływającym na liczbę patogenów jest pH serów. Przy pH 5,0-5,3, czyli wartości, która jest typowa i pożądana na początku dojrzewania serów, pałeczki *Salmonella* bardzo szybko wymierają, podczas gdy przy pH 5,7, które może wystąpić, gdy dojdzie do zaburzenia procesu ukwaszania gęstwy serowej np. w wyniku zakażeń fagowych, liczba tych patogenów nie zmienia się i mogą być obecne w produkcie gotowym [6].

Wykazano, że *S. typhimurium* mogą przetrwać w solance stosowanej do solenia serów nawet przez kilka tygodni pomimo niesprzyjającego pH (5,3-5,7) oraz temperatury (4 lub 13°C) [15].

Przeprowadzono wiele badań mających na celu określenie zanieczyszczenia mikrobiologicznego serów podpuszczkowych komórkami *Salmonella*. Menendez i wsp. [21] w żadnej

z próbek tradycyjnych serów półtwardych z mleka surowego nie stwierdzili obecności *Salmonella* w 1 g. Takie same wyniki uzyskano po przebadaniu 50 próbek serów miękkich z mleka surowego [2]. Stosunkowo rzadkie występowanie bakterii z rodzaju *Salmonella* w serach dojrzewających potwierdzono także w bardzo rozległych badaniach jakości mikrobiologicznej żywności na Cyprze. Wśród ponad 13 tys. próbek produktów mlecznych omawiane patogeny stwierdzono tylko w jednej próbce sera [12].

## STAPHYLOCOCCUS AUREUS

Gatunek *Staphylococcus aureus* (gronkowiec złocisty) należy do rodziny *Micrococcaceae*. Komórki gronkowców mają kształt kulisty i tworzą nieregularne układy, wyglądem przypominające winogrona. Drobnoustroje te są obecne w przewodach strzykowych krów (są najczęstszą przyczyną mastitis), na powierzchni ciała człowieka i zwierząt. Spotyka się je również w glebie i wodzie. Ze względu na duże rozpowszechnienie, gronkowce należą do grupy patogenów najczęściej występujących w serach [1].

*Staphylococcus aureus* rośnie w temperaturze 7-48°C, przy wartościach pH 4-10. Wzrost *S. aureus* w serze jest skutecznie hamowany dopiero przy pH miększu sera poniżej 5,2 [13]. W porównaniu z innymi patogenami są bardziej odporne na niską aktywność wody (min  $a_w$ : 0,83-0,86). Rozwijają się przy 10-15% stężeniu NaCl w środowisku. Pasteryzacja mleka niszczy całkowicie gronkowce, jednakże nie inaktywuje enterotoksyn, które te patogeny wytwarzają. Enterotoksyna gronkowcowa charakteryzuje się dużą opornością na wysoką temperaturę (wytrzymuje ogrzewanie w temperaturze 100°C przez ponad 30 minut). Zatrucia pokarmowe związane z gronkowcami mają więc charakter intoksykacji. Dawka powodująca zatrucie wynosi 0,1-1 µg toksyny/kg ciała człowieka. Do wytworzenia takiej ilości toksyny konieczne jest minimum  $10^6$  j.t.k. *Staphylococcus aureus* w 1 gramie produktu spożywczego [1, 7].

Zatruciom gronkowcowym towarzyszy ból brzucha, mdłości, wymioty, biegunka, uczucie zimnego potu i zawroty głowy. W ciężkich przypadkach zatruc zaobserwowano również skurcze mięśni, gorączkę, spadek ciśnienia krwi. Objawy występują po 1 do 6 godzin od spożycia pokarmu zawierającego enterotoksynę. Zanotowano nieliczne przypadki śmiertelne wywołane spożyciem żywności zanieczyszczonej toksyną *Staphylococcus aureus*, a dotyczyły one głównie dzieci i osób starszych [1].

Stwierdzono zwiększenie liczby *Staphylococcus aureus* w czasie pierwszych godzin wyrobu serów Feta z mleka surowego. Dopiero od etapu solenia serów liczba patogenów stopniowo malała z szybkością zależną od zawartości soli, aktywności zakwasu i czasu przechowywania serów. Wykazano także, że początkowa liczba gronkowców nie wpływała na ich przeżywalność w czasie przechowywania serów [13].

De Luca i wsp. [10] przebadali 135 próbek różnych serów miękkich, półmiękkich i pleśniowych, a obecność *Staph. aureus* wykazali w 16,3%, przy czym liczba gronkowców była w zakresie od 10 do  $3,1 \times 10^5$  jtk/g. Najniższą jakością mikrobiologiczną charakteryzowały się sery Mozzarella. Wymienieni badacze stwierdzili obecność patogenów aż w 25% próbek tego gatunku sera. Z tradycyjnych tureckich serów półtwardych z mleka surowego omawiane patogeny wyizolowano

z 20% próbek, przy czym ich liczba w 8% próbek sięgała  $10^5$  jtk/g [2].

Według aktualnie obowiązujących wymagań [30] liczba *Staphylococcus aureus* w 5 próbkach sera z mleka surowego nie powinna przekraczać  $10^4$ /g, a maksymalna dopuszczalna liczba w dwóch spośród tych próbek nie może być większa niż  $10^5$  jtk/g. W razie wykrycia liczby powyżej  $10^5$  jtk/g partię sera należy badać na obecność enterotoksyn gronkowcowych.

Przy produkcji serów z mleka surowego zwraca się uwagę, na następujące czynniki, które mogą zapobiec rozwojowi patogenów w produkcji:

- Zastosowanie do wyrobu serów mleka surowego o najlepszej jakości mikrobiologicznej tj. o ogólnej liczbie drobnoustrojów poniżej  $2,0 \times 10^4$  j.t.k./ml,
- Przetrzywanie mleka przed przerobem w temperaturze poniżej 4°C,
- Stosowanie tylko aktywnych starterów serowarskich,
- Rygorystyczne przestrzeganie zasad higieny produkcji,
- Staranność i zachowanie higieny w czasie etapu dojrzewania serów (szczególnie istotne w przypadku serów pielęgnowanych „na maź”, kiedy dochodzi do znacznego wzrostu pH skórki, przy jednocześnie wysokiej zawartości wody w masie sera),
- W niektórych krajach (USA) zaleca się przetrzymanie gotowych serów przez 60 dni w temperaturze około 2°C, w celu zmniejszenia liczebności ewentualnie obecnych w produkcji patogenów,
- Zachowanie łańcucha chłodniczego w czasie dystrybucji i sprzedaży serów.

Oczywiste jest, że większość z tych zaleceń jest istotna także przy produkcji serów z mleka pasteryzowanego.

## PODSUMOWANIE

Występowanie patogenów lub ich toksyn w serach może być związane z obecnością tych drobnoustrojów w surowcu, jak również z przedostaniem się ich do produktu w czasie procesu produkcyjnego, w wyniku reinfekcji. Przeżycie drobnoustrojów chorobotwórczych w serach podpuszczkowych dojrzewających jest uzależnione od wielu, wzajemnie oddziałujących na siebie czynników. Zalicza się do nich jakość mleka serowarskiego, rodzaj i aktywność kultur starterowych użytych do produkcji, które są odpowiedzialne za obniżenie pH i wytworzenie substancji hamujących rozwój patogenów ( $H_2O_2$ , kwas octowy, aldehyd octowy, bakteriocyny), zawartość soli, miejsce występowania drobnoustrojów chorobotwórczych (wnętrze bloku sera, czy skórka), stosowane zabiegi technologiczne, a w tym czas i temperatura dogrzewania gęstwy serowej oraz warunki dojrzewania serów.

Najlepsze warunki wzrostu patogenów stwarzają miękkie sery pleśniowe, produkowane z mleka surowego. Brak obróbki cieplnej mleka serowarskiego nie usuwa tych drobnoustrojów z surowca, a duża aktywność wody w produkcji oraz wzrost pH miększu serów w czasie ich dojrzewania – wręcz sprzyja ich rozwojowi. Warto w tym miejscu nadmienić, że obecnie w Unii Europejskiej produkuje się około 900 tysięcy ton serów z mleka surowego. Bezpieczeństwo tych produktów może zapewnić tylko ściśle przestrzeganie zasad GMP i HACCP na

każdym etapie pozyskiwania i przetwórstwa mleka oraz przechowywania i dystrybucji gotowych produktów.

W ostatnich 35 latach odnotowano niespełna 40 potwierdzonych ognisk zatruc pokarmowych wywołanych spożyciem zanieczyszczonych serów w Europie Zachodniej, USA oraz Kanadzie. Biorąc pod uwagę, że w tym samym czasie wyprodukowano 240 milionów ton serów, można stwierdzić, że sery są bezpiecznymi produktami spożywczymi.

Niemniej przy zakupie i konsumpcji serów dojrzewających należy zachować ostrożność.

## LITERATURA

- [1] Asperger H., Zangerl P.: *Staphylococcus aureus*, w Encyclopedia of Dairy Sciences pod red. Rogiński H., Fuquay J., Fox P., Amsterdam, Academic Press, 2002, t. 4, s.2563-2569.
- [2] Aygun O., Aslantas O., Oner S.: A survey on the microbiological quality of Carra, a traditional Turkish cheese, Journal of Food Engineering, 2005, 66, 401-404.
- [3] Aygun O., Pehlivanlar S.: *Listeria spp.* in raw milk and dairy products in Antakaya, Turkey, Food Control, 2006, 17, 676-679.
- [4] Back J., Langford S., Kroll R.: Growth of *Listeria monocytogenes* in Camembert and other soft cheeses at refrigeration temperatures, Journal of Dairy Research, 1993, 60, 421-429.
- [5] Buazzi I., Johnson M., Marth E.: Survival of *Listeria monocytogenes* during the manufacture and ripening of Swiss cheese, Journal of Dairy Science, 1992, 75(2), 380-386.
- [6] Cogan T., Beresford T.: Microbiology of hard cheese, w Dairy Microbiology Handbook pod red. Robinson R., New York, Wiley & Sons Inc., 2002, s. 515-560.
- [7] Cogan T.: Cheese, Public health aspects, w Encyclopedia of Dairy Sciences pod red. Rogiński H., Fuquay J., Fox P., Amsterdam, Academic Press, 2002, t. 1, 314-320.
- [8] Coia J., Johnston Y., Steers N., Hanson M.: A survey of the prevalence of *Escherichia coli* O157 in raw meats, raw cow's milk and raw-milk cheeses in South-East Scotland, International Journal of Food Microbiology, 2001, 66, 63-69.
- [9] Colak H., Hampikyan H., Bingol E., Ulusoy B.: Prevalence of *L. monocytogenes* and *Salmonella spp.* in Tulum cheese, Food Control, 2007, 18, 576-579.
- [10] De Luca, G., Zanetti, F., Stampi, S.: *Staphylococcus aureus* in dairy products in the Bologna area, International Journal of Food Microbiology, 1997, 35, 267-270.
- [11] Desmarchelier P., Fegan N.: *Escherichia coli*, w Encyclopedia of Dairy Sciences pod red. Rogiński H., Fuquay J., Fox P., Amsterdam, Academic Press, 2003, t. 2, 948-954.
- [12] Eleftheriadou M., Varnava-Tello A., Metta-Loizidou M., Nikolaou A., Akkelidou D.: The microbiological profile of foods in the Republic of Cyprus: 1991-2000, Food Microbiology, 2002, 19, 463-471.
- [13] Erkmén O.: Behavior of *Staphylococcus aureus* in Turkish Feta cheese during manufacture and ripening, Journal of Food Protection, 1995, 58(11), 1201-1205.
- [14] Govaris A., Koidis P., Papatheodorou K.: The fate of *Escherichia coli* O157:H7 in Myzithra, Anthotyros and Manouri whey cheese during storage at 2 and 12°C, Food Microbiology, 2001, 18, 565-570.
- [15] Ingham S., Yi-Cheng S., Spangenberg D.: Survival of *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli* O157:H7 in cheese brines, International Journal of Food Microbiology, 2000, 61, 73-79.
- [16] Kasrazadeh M., Genigeorgis C.: Potential growth and control of *Escherichia coli* O157:H7 in soft hispanic type cheese, International Journal of Food Microbiology, 1995, 25, 289-300.
- [17] Kazimierzak A., Molska I., Nowosielska R.: Jakość mikrobiologiczna serów podpuszczkowych dojrzewających, Przemysł Spożywczy, 1999, 5, 18-20.
- [18] Kovincic I., Vujcic I., Svabic-Vlahovic M., Vulic M., Gagic M., Wesley I.: Survival of *Listeria monocytogenes* during the manufacture and ripening of Trappist cheese, Journal of Food Protection, 1991, 54(6), 418-420.
- [19] Lekkas C., Kakouri A., Paleologos E., Voutsinas L., Kontominas M., Samelis J.: Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in Galotyri cheese stored at 4 and 12°C, Food Microbiology, 2006, 23, 268-276.
- [20] Loncarevic S., Danielsson-Tham M., Tham W.: Occurrence of *Listeria monocytogenes* in soft and semi-soft cheeses in retail outlets in Sweden, International Journal of Food Microbiology, 1995, 26, 245-250.
- [21] Menéndez S., Godínez R., Conteno J., Rodríguez-Otero J.: Microbiological, chemical and biochemical characteristics of 'Tetilla' raw cows-milk cheese, Food Microbiology, 2001, 18, 151-158.
- [22] Morgan F., Bonnin V., Mallereau M., Perrin G.: Survival of *Listeria monocytogenes* during manufacture, ripening and storage of soft lactic cheese made from raw goat milk, International Journal of Food Microbiology, 2001, 64, 217-221.
- [23] Nooitgedagt A., Hartog B.: A survey of the microbiological quality of Brie and Camembert, Netherlands Milk and Dairy Journal, 1988, 42, 57-72.
- [24] Öksüz Ö., Arici M., Kurultay S., Gümüs T.: Incidence of *Escherichia coli* O157 in raw milk and white pickled cheese manufactured from raw milk in Turkey, Food Control, 2004, 15, 453-456.
- [25] Pintado C., Oliveira A., Pampulha M., Ferreira M.: Prevalence and characterization of *Listeria monocytogenes* isolated from soft cheese, Food Microbiology, 2005, 22, 79-85.
- [26] Poppe C.: *Salmonella spp.* w Encyclopedia of Dairy Sciences pod red. Rogiński H., Fuquay J., Fox P., Amsterdam, Academic Press, 2002, t. 4, 2465-2469.
- [27] Ramsaran H., Chen J., Brunke B., Hill A., Griffiths M.: Survival of Bioluminescent *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7 in soft cheese, Journal of Dairy Science, 1998, 81, 1810-1817.
- [28] Reitsma C., Hennig D.: Survival of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 during the manufacture and curing of cheddar cheese, Journal of Food Protection, 1996, 59, 460-464.

- [29] Rogga K., Samelis J., Kakouri A., Katsiari M., Savvaidis I., Kontominas M.: Survival of *Listeria monocytogenes* in Galotyri, a traditional Greek soft acid-curd cheese, stored aerobically at 4°C and 12 °C, *International Dairy Journal*, 2005, 15, 59-67.
- [30] Rozporządzenie Komisji WE nr 1441/2007 z dnia 5 grudnia 2007 r. zmieniające rozporządzenie WE nr 2073/2005 w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych.
- [31] Rudolf M., Scherer S.: High incidence of *Listeria monocytogenes* in European red smear cheese, *International Journal of Food Microbiology*, 2001, 63, 91-98.
- [32] Ryser E.: Cheese, Public health concerns, w *Applied Dairy Microbiology* pod red. Marth E., Steele J., New York, Marcel Dekker Inc., 2001, s. 397-545.
- [33] Ryser E.: *Listeria monocytogenes*, w *Encyclopedia of Dairy Sciences* pod red. Rogiński H., Fuquancy J., Fox P., Amsterdam, Academic Press, 2002, t. 3, s. 1650-1655.
- [34] Smith J., Fratamico P.: Diarrhea – inducing *Escherichia coli*, w *Foodborne Pathogens. Microbiology and Molecular Biology*, Norfolk Caister Academic Press, 2005, s. 357-383.
- [35] Solano-Lopez C., Hernandez-Sanchez H.: Behaviour of *Listeria monocytogenes* during manufacture and ripening of Manchego and Chihuahua cheeses, *International Journal of Food Microbiology*, 2000, 62, 149-153.
- [36] Stańczak B., Szczawiński J., Pęcunek J.: Przeżywalność *Listeria monocytogenes* w serze twarogowym termizowanym, *Medycyna Weterynaryjna*, 2000, 56(4), 251-254.
- [37] Tekinsen K., Özdemir Z.: Prevalence of foodborne pathogens in Turkish Van otlu (Herb) cheese, *Food Control*, 2006, 17, 707-711.
- [38] Tornadijo M., García M., Fresno J., Carballo J.: Study of *Enterobacteriaceae* during the manufacture and ripening of San Simón cheese, *Food Microbiology*, 2001, 18, 499-509.
- [39] Trojanowska K.: Zatrucia pokarmowe – nowe zagrożenia, *Przemysł Spożywczy*, 1998, 6, 10-12.
- [40] Yousef A., Marth E.: Behaviour of *Listeria monocytogenes* during manufacture and storage of Colby cheese, *Journal of Food Protection*, 1988, 51(1), 12-15.

## RIPENED CHEESES AS PATHOGENS GROWTH ENVIRONMENT

### SUMMARY

*The aim of the study was to review the possibilities of growth in rennet cheeses pathogenic microorganisms, such as: Listeria monocytogenes, Escherichia coli, Salmonella sp. and Staphylococcus aureus. The influence of some factors on the growth of pathogenic bacteria was analysed. The review of the literature concerning the microbiological quality of market cheeses was made. The cases of food poisonings, caused by consumption of rennet cheeses, contaminated with pathogenic bacteria were shown.*

**Key words:** rennet cheeses, food poisonings, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.