

Dr inż. Monika GARBOWSKA  
Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego  
Dr inż. Anna BERTHOLD-PLUTA  
Wydział Nauk o Żywności  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

## ESCHERICHIA COLI W PRODUKTACH MLECZARSKICH®

*Gatunek Escherichia coli przyjęto za wskaźnik zanieczyszczenia fekalnego produktów spożywczych ze względu na występowanie tych drobnoustrojów w przewodzie pokarmowym i odchodach zwierząt stałocieplnych. Niektóre szczepy E. coli uznano za chorobotwórcze, gdyż wywołują szereg różnych chorób, począwszy od łagodnych biegunek, przez zapalenie jelit do poważnych chorób nerek. Szczepy chorobotwórczego serotypu E. coli O157 izolowano z odchodów zdrowych sztuk bydła, dlatego też sery produkowane z mleka niepasteryzowanego są potencjalnymi nośnikami tych drobnoustrojów.*

*W pracy scharakteryzowano gatunek Escherichia coli, ze szczególnym uwzględnieniem serotypów chorobotwórczych w tym serotypu O157:H7. Dokonano przeglądu piśmiennictwa dotyczącego występowania chorobotwórczych szczepów Escherichia coli w mleku surowym oraz produktach mlecznych w różnych krajach oraz w Polsce. Przedstawiono wybrane przykłady występowania szczepów chorobotwórczych w mleku surowym i produktach mlecznych, przypadki zatruc wywołanych spożyciem produktów mlecznych zanieczyszczonych tymi serotypami.*

**Słowa kluczowe:** *E. coli*, chorobotwórczość, zatrucia pokarmowe, STEC, EHEC, O157:H7.

### WPROWADZENIE

Nazwa rodzaju bakterii – *Escherichia* została nadana na cześć Theodora Eschericha, który w 1885 roku jako pierwszy wyizolował te drobnoustroje. Do rodzaju *Escherichia* należy gatunek bakterii *Escherichia coli*, który występuje zarówno w przewodzie pokarmowym człowieka, jak i innych kręgowców oraz w różnych środowiskach. Większość bakterii z tego gatunku stanowią niechorobotwórcze komensale, ale wyróżnia się też szczepy chorobotwórcze dla człowieka, które mogą stanowić przyczynę wielu chorób, niektórych fatalnych w skutkach. Bakterie z gatunku *E. coli* powodują także zatrucia pokarmowe [9, 10, 28].

*Escherichia coli*, wraz z innymi przedstawicielami z rodziny *Enterobacteriaceae* powodują psucie się i wady cech organoleptycznych wielu produktów mlecznych i ogólnie, spożywczych [9].

**Celem artykułu jest przybliżenie informacji dotyczących zagrożeń mikrobiologicznych związanych z występowaniem chorobotwórczych szczepów *Escherichia coli* w produktach mleczarskich.**

### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ESCHERICHIA COLI

Gatunek *Escherichia coli* to względnie beztlenowe, Gram (–) pałeczki, nie wytwarzające enzymu oksydazy. Typowa wielkość komórek omawianego gatunku waha się w granicach 1,1-1,5 µm szerokości i 2-6 µm długości. Są ruchliwe lub nieruchliwe, tworzą położone bocznie lub biegunowo rzęski, nie tworzą przetrwalników. Fermentują wiele węglowodanów m.in. laktozę z wytworzeniem CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>. Rosną w szerokim zakresie temperatur, przy czym optymalna jest temperatura 35-40°C, minimalna 7-8°C, natomiast maksymalna temperatura wzrostu wynosi 46°C. Większość szczepów

glinie w środowisku o pH poniżej 4,4 lub powyżej 10, a optymalne pH rozwoju to 6-7 [9, 10, 28].

W ścianie komórkowej *E. coli* występują specyficzne lipopolisacharydowe antygeny, na podstawie których określa się przynależność do danego serotypu. Wyróżnia się antygeny somatyczne tzw. „O” antygeny (opisano 175 antygenów tego typu) oraz antygeny rzęskowe tzw. „H” antygeny (opisano 56 antygenów tego typu). Poza wymienionym antygenami występują także antygeny torebkowe (tzw. „K” antygeny). Różne serotypy *E. coli* wykazują kombinację O, H i K antygenów, lecz tylko serotypy O i H są umieszczone w wykazie bakterii chorobotwórczych np. *E. coli* O157:H7 [9, 28, 31].

### CHARAKTERYSTYKA CHOROBO- TWÓRCZYCH SZCZEPÓW *E. COLI*

Wśród chorobotwórczych *E. coli* wyodrębniono kilka grup zdolnych do wywoływania różnych objawów chorobowych, a mianowicie [31, 38]:

- *E. coli* wytwarzające toksyny typu Shiga (STEC), inaczej VTEC *E. coli* wytwarzające verocytotoksyny, z podgrupą enterokrwotocznych *E. coli* (EHEC),
- Enterotoksyczne *E. coli* (ETEC),
- Enteropatogenne *E. coli* (EPEC),
- Enteroinwazyjne *E. coli* (EIEC),
- Enteroagregacyjne *E. coli* (EAEC),
- Dyfuzyjnie przylegające *E. coli* (DAEC),
- *E. coli* odłączające komórki (CDEC),
- *E. coli* wytwarzające toksyny martwicze (NTEC).

Najlepiej poznane i najszerzej opisane w literaturze są szczepy grupy STEC z podgrupą EHEC.

### Szczepy typu STEC (VTEC) i EHEC

Istnieją dwa określenia szczepów należących do grupy STEC. Pierwsze to *E. coli* wytwarzające toksyny typu

Shiga (STEC, Shiga Toxigenic *E. coli*) drugie określenie to *E. coli* wytwarzające tzw. verocytotoksyny (VTEC, Verotoxin producing *E. coli*), których działanie toksyczne określono na komórkach nerki mały zielonej (tzw. komórki Vero) i stąd określa się je mianem verocytotoksyn. Pierwsze doniesienia na temat szczepów *E. coli* wytwarzających verocytotoksyny pojawiły się w 1977 r. [2, 38].

Wśród verocytotoksyn wyróżniono toksyny Stx1 i Stx2, przy czym Stx1 podobne do toksyn wytwarzanych przez *Shigella dysenteriae*, nazwano toksynami typu Shiga. Istnieje jeszcze jeden termin określający grupę STEC, a mianowicie EHEC (Enterohaemorrhagic *E. coli* – Enterokrwotoczne *E. coli*), który jest stosowany powszechnie i odnosi się do szczepów STEC, które są odpowiedzialne za występowanie zarówno krwotocznych, jak i bezkrwawych biegunek [9, 31].

Serotypy EHEC opisano już w 1980 roku i stały się one najbardziej znane spośród enteropatogennych *E. coli* przenoszonych przez żywność, w tym także przez produkty mleczne. Infekcje EHEC u ludzi mogą przebiegać bezobjawowo, bądź też z występowaniem biegunki, krwotocznego zapalenia okrężnicy, jak również hemolitycznego zespołu mocznicowego (tzw. zespół HUS – Haemolytic Uraemic Syndrome), który odpowiada za uszkodzenia nerek zagrażające życiu. Mechanizm działania patogennych szczepów EHEC jest podobny do szczepów enteropatogennych (EPEC), różnica dotyczy tylko miejsca kolonizacji. EHEC przytwierdzają się do błony śluzowej jelita grubego, zaś EPEC – do jelita cienkiego. Szczepy enterokrwotoczne *E. coli* rozwijają się w temperaturze powyżej 7-8°C, ale nie rosną w temperaturze 44-45,5°C. Zakres pH, przy którym obserwuje się wzrost szczepów EHEC waha się od 4,4 do 9,0; a minimalna  $a_w$  wynosi 0,95 [2, 21].

Do grupy EHEC zalicza się kilka serotypów (np. O26, O111), jednak najważniejszą rolę odgrywa serotyp O157:H7, będący przyczyną ciężkich chorób przewodu pokarmowego u ludzi i zwierząt. Serotyp O157:H7 jest przyczyną występowania m.in. wspomnianego już zapalenia okrężnicy, zespołu HUS oraz hemolitycznej anemii i trombocytopenii (TTP – Trombotic Trombocytopenic Purpura), która prowadzi do zakrzepów krwi i zatykania naczyń włosowatych. Zatrucia pokarmowe wywołane szczepami EHEC występują już po spożyciu liczby bakterii nie przekraczającej 100 komórek [2]. Tak mała liczba oznacza, że do zatrucia może dojść również bez namnożenia się tych drobnoustrojów w produkcji, co może nastąpić podczas jego niewłaściwego przechowywania.

W 1996 r. na terenie UE odnotowano zachorowalność na zatrucia wywołane EHEC na poziomie od 0,01 (Hiszpania) do 2,03 na 100 tys. mieszkańców (Wielka Brytania), ale w tym samym roku w Szkocji wartość ta sięgała 9,85 osoby / 100 tys. [2]. W Polsce liczba zatruc wywołanych przez EHEC w latach 2005–2011 była stosunkowo mała (zapadalność na poziomie około 0,01 / 100 tys. mieszkańców) (Tabela 1). W tym samym okresie liczba zachorowań wywołanych przez wszystkie serotypy *E. coli*

zawierała się w granicach 650–845, a maksymalnie sięgnęła 1350 przypadków w latach 2007 i 2008 (zapadalność 3,54 / 100 tys. mieszkańców) (Rysunek 1).

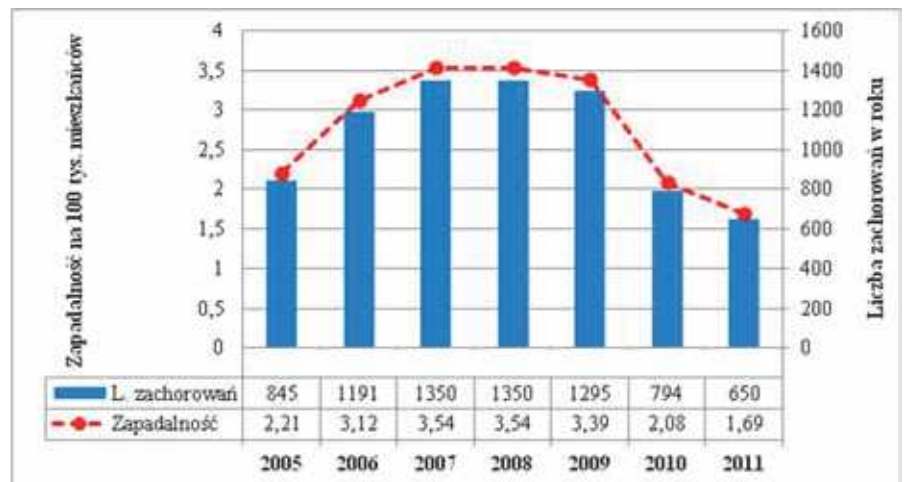
**Tabela 1. Liczba zachorowań, zapadalność i procent hospitalizacji z powodu zakażeń wywołanych *Escherichia coli* (EHEC) w Polsce w latach 2005-2011**

Rok	Liczba zachorowań	Zapadalność na 100 tys.	Hospitalizacja [%]
2005	4	0,01	100
2006	4	0,01	25
2007	2	0,005	50
2008	5	0,013	100
2009	0	–	–
2010	4	0,01	75
2011	5	0,013	80

**Źródło:** Biuletyny PZH/GIS „Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce” [4]

W październiku 2007 roku EFSA (Europejski Urząd Bezpieczeństwa Żywności) wprowadził konieczność monitorowania verotoksycznych szczepów *E. coli* oraz identyfikacji ich zjadliwości dla człowieka. Monitoring obejmuje populację zwierząt hodowlanych i środków spożywczych. Dane dotyczące monitorowania chorób odzwierzęcych i odzwierzęcych czynników chorobotwórczych, w tym verotoksycznych szczepów *E. coli*, są gromadzone i przekazywane do EFSA zgodnie z dyrektywą 2003/99/WE Parlamentu Europejskiego. Przewidziane badania są wykonywane przez laboratoria, które uzyskały akredytację WE w zakresie epidemiologii chorób odzwierzęcych. Komisja Europejska gromadzi i opracowuje wyniki corocznego monitoringu w państwach członkowskich. Sprawozdania stanowią podstawę do bieżącej oceny sytuacji w zakresie chorób odzwierzęcych i odzwierzęcych czynników chorobotwórczych [26]. W Polsce dane dotyczące chorób wywołanych przez chorobotwórcze *E. coli* gromadzone są przez Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego w Warszawie.

Rozporządzenie Komisji (WE) nr 2073/2005 wraz z późniejszymi zmianami ustala kryteria higieniczne oparte na



**Rys. 1. Liczba zachorowań i zapadalność na zakażenia pokarmowe spowodowane przez *Escherichia coli* w Polsce w latach 2005-2011.**

**Źródło:** Biuletyny PZH/GIS „choroby zakaźne i zatrucia w Polsce” [4]

oznaczaniu *Enterobacteriaceae* lub *E. coli* i wprowadza zasady, jakie muszą spełniać producenci artykułów m.in. mleczarskich. Oznaczenie liczby *Enterobacteriaceae* lub *E. coli*, uznawane za kryterium higieny procesów przetwórczych dla produktów mlecznych, wykonywane na końcu procesu produkcji pozwala ocenić, w jakich warunkach higienicznych produkcja przebiegała [26].

Metody wykrywania obecności i określania liczby bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* i *E. coli* ujęte są w odpowiednich normach mikrobiologicznych obowiązujących w Polsce wydawanych przez Polski Komitet Normalizacji.

## E. COLI W MLEKU I PRODUKTACH MLECZNYCH

Obecność *E. coli O157:H7* stwierdzono np. w cydrze jabłkowym, majonezie, warzywach, mleku krowim i kozim oraz mięsie wołowym [1, 29, 40]. Ze względu na częste występowanie *E. coli O157* w odchodach zdrowych sztuk bydła [19], uznano te zwierzęta za bezobjawowych nosicieli tego serotypu *E. coli* i jego rezerwuara w środowisku [13, 39]. Na Rysunku 2 przedstawiono drogi rozpowszechniania się szczepów EHEC w środowisku.

W niektórych krajach mleko surowe i produkty z mleka surowego były i są oficjalnie dopuszczone do spożycia. Dopuszcza je też Unia Europejska. W większości krajów (głównie europejskich, także i w Polsce) stosowana jest pasteryzacja mleka przy wyrobie produktów w zakładach mleczarskich. Zaledwie pewna część mleka, również w Polsce, jest spożywana w stanie surowym. Dotyczy to głównie hodowców krów i ich rodzin oraz osób zaopatrujących się u rolników. Należy podkreślić, że mleko surowe sporadycznie było przyczyną zatruc pokarmowych wywołanych przez

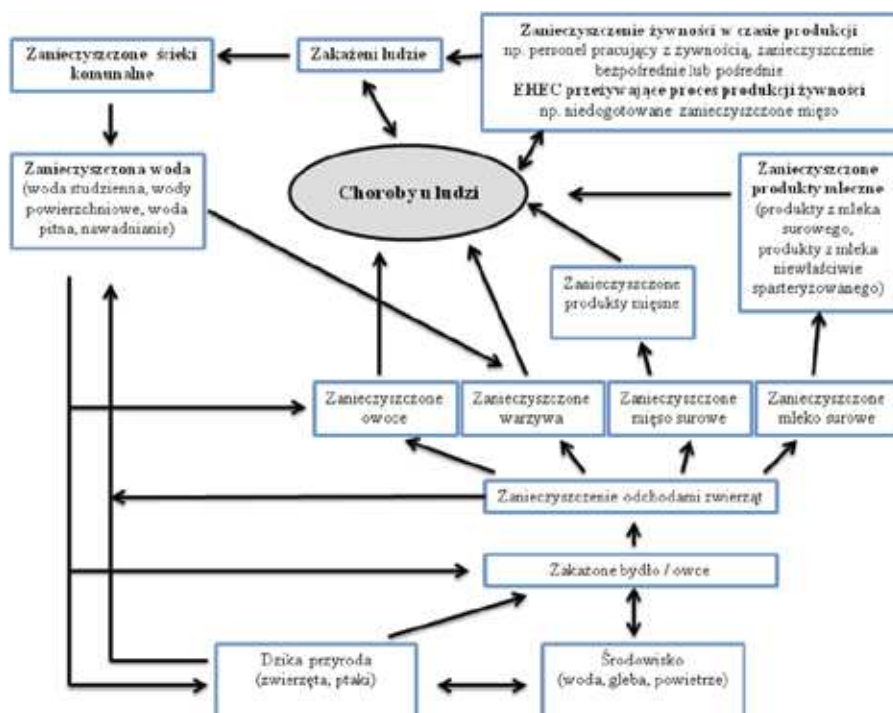
chorobotwórcze szczepy *E. coli*, w porównaniu do infekcji za pośrednictwem np. produktów mięsnych, czy warzyw. Problemu tego nie należy jednak bagatelizować, ze względu na ciężki przebieg choroby oraz na możliwość rozpowszechniania się w środowisku chorobotwórczych serotypów *E. coli*. Pierwszy udokumentowany przypadek zachorowania wywołany przez *E. coli O157:H7* po spożyciu surowego mleka odnotowano w 1986 roku w USA [27, 41].

Występowanie serotypu *O157:H7* w mleku surowym jest rzadkie. W badaniach przeprowadzonych w Wielkiej Brytanii wykryto go w 3 spośród 1097 przebadanych próbek, a więc w 0,27% [8]. Obecność *E. coli O157* stwierdzono w 1% próbek mleka surowego krowiego w Turcji [23]. W badaniach przeprowadzonych w Szkocji w żadnej z 500 przebadanych próbek surowego mleka krowiego nie stwierdzono *E. coli O157* [6]. Z danych publikowanych każdego roku przez EFSA, w 2005 r. obecność szczepów VTEC stwierdzono w 1,3% próbek surowego mleka krowiego (łącznie przebadano 3947 próbek w 16 krajach UE). Szczepy tego gatunku wyizolowano z mleka surowego w Austrii, Niemczech i na Łotwie [34]. Badania w kolejnych latach wykazały wzrost odsetka próbek surowego mleka krowiego zawierającego szczepy VTEC: w 2006 r. – 0,4%, 2007 r. – 0,5%, 2008 r. – 1,7%, 2009 r. – 1,2% i w 2010 r. – 3,3% [35, 36].

Wyniki badań opublikowanych w Polsce świadczą o sporadycznym występowaniu szczepów *E. coli O157* w żywności pochodzenia zwierzęcego [16, 32]. W przeprowadzonych przez Zakład Biotechnologii Mleka SGGW w 2006 roku badaniach na 44 próbek mleka pasteryzowanego pochodzącego z 20 zakładów mleczarskich w większości z nich nie stwierdzono w ogóle obecności w 1 ml bakterii z grupy *coli*. Niższy też jest ogólny poziom zanieczyszczenia innych produktów tymi bakteriami w porównaniu do wyników badań z wcześniejszych lat. W próbkach, w których stwierdzono ich obecność podczas przechowywania mleka w warunkach deklarowanych przez producentów nastąpił ich rozwój nawet o 2-3 rzędy wielkości. Zanieczyszczenie częściej występowało w przypadku mleka pakowanego w torebki foliowe, niż w opakowania kartonowe, co może sugerować, że materiał opakowaniowy może być przyczyną obecności zanieczyszczeń mikrobiologicznych w produkcie [20].

Bakterie z grupy *coli*, w tym także *E. coli*, nie są psychrotrofami, co jest w pewnym sensie korzystne przy wydłużonym terminie przydatności do spożycia mleka pasteryzowanego do 3, a nawet 4 tygodni, pod warunkiem przechowywania mleka w temperaturze poniżej 6-7°C.

Od połowy lat 80-tych XX w., kiedy to po raz pierwszy wyizolowano i zidentyfikowano *E. coli O157:H7* zainteresowano się bliżej opornością tego serotypu na różne czynniki stresu i przeżywalnością



Rys. 2. Uproszczony schemat dróg rozpowszechniania się szczepów EHEC w środowisku.

Źródło: Anonim. 2001. Approach to the control of Entero-Haemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC) [2]

w produktach mlecznych. Wiadomo, że *E. coli*, jak i cała rodzina *Enterobacteriaceae* niszczone są w czasie pasteryzacji mleka w najniższej stosowanej w zakładach mleczarskich temperaturze (72°C/15 sek.), lecz oporność na inne czynniki hamujące jest znaczna, np. tolerują do 8,5% NaCl w środowisku [11]. Należy podkreślić, że szczepy EHEC wykazują znaczną oporność na niskie pH, z czego wynika ich przeżywalność w produktach spożywczych o wysokiej kwasowości np. sokach owocowych, cydrze, czy kielbasach fermentowanych [18, 40]. Przy aktualnie obowiązujących wymogach co do higieny procesu produkcji nie występuje zagrożenie związane z *E. coli* ze strony produktów mlecznych z mleka pasteryzowanego [26]. Szczególną uwagę zwraca się natomiast na możliwość obecności chorobotwórczych szczepów *E. coli* w serach z mleka surowego. Z mleka surowego w UE produkuje się około 900 tys. ton serów rocznie, a ich udział w spożyciu w niektórych krajach (np. we Francji) jest znaczny [30].

Z cytowanych już wcześniej raportów EFSA wynika, że w 2005 r. VTEC stwierdzono w 5 próbkach serów (0,2%) (sery te pochodziły z Niemiec, Włoch i Słowacji) spośród 2876 próbek przebadanych [34]. W 2006 r. odsetek próbek VTEC-pozytywnych sięgnął 2,4%, w 2007 r. – 1,1%, 2008 r. – 1,8%, w 2009 r. – 1,1% a w 2010 r. – 2,6%. Niestety brak w raportach EFSA dodatkowych informacji o tym, czy sery te wyprodukowano z mleka surowego, czy z pasteryzowanego [35, 36].

W Turcji, w serach niedojrzewających z mleka surowego obecność *E. coli O157:H7* stwierdzono w 4% próbek [23]. W Szkocji, Coia i wsp. [6] w 8,3% próbek serów z mleka surowego stwierdzili obecność *E. coli* w liczbie od 10<sup>2</sup> do 10<sup>4</sup> jtk/g, a w 1,3% liczebność tych drobnoustrojów przekraczała 10<sup>4</sup> jtk/g, jednak nie wyizolowano serotypu *O157*. W badaniach przeprowadzonych we Włoszech w żadnej z 2948 próbek różnych produktów mlecznych, w tym 811 próbkach mleka niepasteryzowanego, nie stwierdzono obecności *E. coli O157* [7].

W badaniach krajowych przeprowadzonych pod koniec lat 90-tych XX w. *E. coli* były obecne tylko w 4% próbek serów importowanych i 36% serów wyprodukowanych w Polsce, a ich liczba sięgała 10<sup>4</sup> jtk/g [15]. Wyniki te wykazywały wyższą jakość higieniczną serów importowanych niż produkowanych ówczesnie serów krajowych. W Holandii *E. coli* stwierdzono w 5% próbek serów miękkich pleśniowych [22]. W Hiszpanii w tradycyjnym serze San Simon szczepy *E. coli* stanowiły 56% wśród wyizolowanych szczepów z rodziny *Enterobacteriaceae* [37]. W tradycyjnych tureckich półtwardych serach z mleka surowego (Van Otlu) *E. coli* stwierdzono w 62% próbek, w liczbie powyżej 10<sup>3</sup> jtk/g, jednak nie wykryto szczepów serotypu *O157:H7* [33].

Przeprowadzono także szereg badań, które miały na celu określenie możliwości przeżycia *E. coli* w serach podczas produkcji i przechowywania. Wyniki badań wskazują, że serotyp *E. coli O157:H7* może przeżywać zarówno w serach miękkich [14, 24], jak i twardych [25]. Ram-saran i wsp. [24] badali przeżywalność *E. coli O157:H7* w sztucznie zanieczyszczonych serach pleśniowych (Camembert) i solankowych (Feta). Maksymalne liczebności omawiane mikroorganizmy osiągnęły w serze Feta w 10 dniu

przechowywania (wzrost liczby o 3-4 rzędy wielkości), a w serze Camembert – po 24 godzinach produkcji (wzrost liczby o około 2 rzędy wielkości). Pod koniec przechowywania w obu gatunkach serów liczba *E. coli* była wyższa niż początkowa. Lekkas i wsp. [17] wykazali, że *E. coli O157:H7* sztucznie wprowadzane na powierzchnię niedojrzewającego sera Galotyri przeżywały przechowywanie przez 28 dni zarówno w temperaturze 4°C, jak i 12°C. *E. coli O157:H7* przeżywają także w czasie przechowywania serów serwatkowych [12].

Istnieją dane literaturowe wskazujące na istotny wpływ warunków produkcji i przechowywania serów pleśniowych na występowanie chorobotwórczych *E. coli*. Bakterie serotypu ETEC *O27:H20* wyizolowano z serów Brie i Camembert, które były niewłaściwie przechowywane podczas dystrybucji. Zatrucia wywołane przez bakterie serotypu *O157:H7* wystąpiły w przypadku różnych odmian serów, zarówno świeżych, jak i półtwardych dojrzewających. Opisywane w literaturze przypadki dotyczyły zazwyczaj tych serów, których wyrób oparty był na tradycyjnych metodach produkcji, w małych zakładach przemysłowych oraz gospodarstwach rolnych [25]. Przyczyną takiego stanu rzeczy był zazwyczaj brak pasteryzacji mleka, jak również niedostateczne warunki higieniczne otrzymywania serów. W serach miękkich, wytwarzanych z surowego mleka krowiego, jak i koziego, stwierdzono *Escherichia coli* serotyp EHEC *O103:H2*, natomiast w serkach świeżych – serotyp EHEC *O119* [9].

Rozwój niepożądanego mikroflory jest ułatwiony w serach o dużej zawartości wody oraz o wyższym pH podczas dojrzewania sera [5]. W Polsce generalnie nie ma problemu z chorobotwórczymi szczepami *E. coli* pochodzącymi z surowca, gdyż w warunkach przemysłowych otrzymuje się sery głównie z mleka pasteryzowanego. Należy zaznaczyć, że niekiedy wyrażane są wątpliwości, co do jakości tradycyjnych oscypków lub innych serów regionalnych. Jednak w przypadku oscypków masa serowa jest silnie ukwaszona, a następnie ogrzewana (parzona) w temperaturze 65°C, co eliminuje, a przynajmniej silnie ogranicza przeżywalność chorobotwórczych *E. coli* [3].

Obecnie w zakładach przemysłu spożywczego, w tym także zakładach mleczarskich wymagane jest stosowanie systemu HACCP, GMP i GHP. Efektywny system mycia i dezynfekcji sprzętu we wszystkich etapach produkcji, higiena personelu oraz kontrola mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza skutecznie zapobiegają występowaniu zanieczyszczeń drobnoustrojami zarówno saprofitycznymi, jak i chorobotwórczymi.

Istnieje wiele sposobów ograniczania występowania i rozwoju *E. coli* w produktach mlecznych, a najważniejsze to [5]:

- przechowywanie mleka surowego w temperaturze poniżej 4°C między dojem a przerobem, skutecznie ogranicza wzrost *E. coli* (takie warunki temperatury są stosowane w wielu krajach europejskich),
- stosowanie pasteryzacji mleka (pasteryzacja w temperaturze co najmniej 72°C przez 15s),
- właściwa higiena procesu produkcyjnego,
- przechowywanie produktów mlecznych w temperaturze poniżej 6°C.

## PODSUMOWANIE

*Escherichia coli*, to bakterie powszechnie występujące w przyrodzie, wchodzące również w skład naturalnej flory bakteryjnej przewodu pokarmowego ludzi i zwierząt hodowlanych np. bydła. Oprócz szczepów saprofitycznych występuje kilka grup chorobotwórczych szczepów *E. coli* (m.in. EHEC, ETEC, EPEC).

Obecność *E. coli* w produktach mleczarskich jest niepożądana nie tylko ze względu na wywoływanie chorób przez te drobnoustroje, ale również ze względów technologicznych. Bakterie te występując w produkcji mogą powodować powstanie w nim nieprzyjemnego smaku i zapachu. Ponadto istnieje zagrożenie występowaniem chorobotwórczych szczepów *E. coli*, niekiedy obecnych w środowisku. Odpowiednie wymagania mikrobiologiczne wobec produktów oraz postęp w higienie produkcji spowodował coraz rzadsze występowanie *E. coli* w produktach mlecznych. Liczba tych drobnoustrojów stwierdzana w produktach rynkowych w większości próbek nie przekracza dopuszczalnych limitów.

Największe niebezpieczeństwo zdrowotne dla konsumentów związane jest głównie z możliwym występowaniem chorobotwórczego serotypu *E. coli* O157:H7. Jednakże podjęte działania mające na celu ograniczenie zanieczyszczenia bakteriami *E. coli* w całym łańcuchu żywnościowym, wpływają także na obniżenie ryzyka wystąpienia chorobotwórczych *E. coli*.

Pasteryzacja mleka do produkcji wyrobów mleczarskich eliminuje problem występowania chorobotwórczych szczepów *E. coli* w surowcu. Należy jednak podkreślić, że tradycyjne metody wytwarzania serów z zastosowaniem mleka surowego wymagają restrykcyjnego zachowania zasad GMP i HACCP w każdym etapie produkcji i dystrybucji, co znacznie zwiększa bezpieczeństwo konsumenta.

## LITERATURA

- [1] ACKERS M., MAHON B., LEAHY E., GOODE B., DAMROW T., HAYES P., BIBB W., RICE D., BARRETT T., HUTWAGNER L., GRIFFIN P., SLUTSKER L. 1998. An outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections associated with leaf lettuce consumption. *The Journal of Infectious Diseases*, 177(6), 1588-1593.
- [2] ANONIM. 2001. Approach to the control of Enterohaemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC). ILSI Europe Report Series.
- [3] BERTHOLD-PLUTA A., PLUTA A., ZANIECKA M. 2011. Jakość mikrobiologiczna oscypków. *Medycyna Weterynaryjna*, 67, 335-338.
- [4] Biuletyny PZH/GIS „Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce” lata 2005-2011.
- [5] COGAN T. 2003. Cheese. Public health aspects. W: *Encyclopedia of Dairy Sciences* pod red. Rogiński H., Fuquay J., Fox P., Academic Press, Amsterdam, 314-320.
- [6] COIA J., JOHNSTON Y., STEERS N., HANSON M. 2001. 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*, 66, 63-69.
- [7] CONEDERA G., DALVIT P., MARTINI M., GALIERO G., GRAMAGLIA M., GOFFREDO E., LOFFREDO G., MORABITO S., OTTAVIANI D., PATERLINI F., PEZZOTTI G., PISANU M., SEMPRINI P., CAPRIOLI A. 2004. Verocytotoxin-producing *Escherichia coli* O157 in minced beef and dairy products in Italy. *International Journal of Food Microbiology*, 96, 67-73.
- [8] De LOUVOIS J., RAMPLING A. 1998. One fifth of samples of unpasteurized milk are contaminated with bacteria. *British Medical Journal*, 316, 625-634.
- [9] DESMARCHELIER P., FEGAN N. 2002. *Escherichia coli*. W: *Encyclopedia of Dairy Sciences*, pod red. Rogiński H., Fuquay J., Fox P., Academic Press, Amsterdam, Tom 2, 948-954.
- [10] FRATAMICO P., SMITH J. 2006. *Escherichia coli*. W: *Foodborne Infections and Intoxications*, pod red. Riemann H., Cliver D., Academic Press, Amsterdam, 205-258.
- [11] GLASS K., LOEFFELHOLZ J., FORD J., DOYLE M. 1992. Fate of *Escherichia coli* O157:H7 as affected by pH or sodium chloride and in fermented, dry sausage. *Applied and Environmental Microbiology*, 58(8), 2513-2516.
- [12] GOVARIS A., KOIDIS P., PAPTAEODOROU K. 2001. The fate of *Escherichia coli* O157:H7 in Myzithra, Anthotyros and Manouri whey cheese during storage at 2 and 12°C. *Food Microbiology*, 18, 565-570.
- [13] HEUVELINK A., VAN DER BIGGELARR F., ZWARTKRUIS-NAHUIS J., HERBES R., HUYBEN R., NAGELKERKE N., MELCHERS W., MONNES L., DE BOER E. 1998. Occurrence of verocytotoxin-producing *Escherichia coli* O157 on Dutch dairy farms. *Journal of Clinical Microbiology*, 36(12), 3480-3487.
- [14] KASRAZADEH M., GENIGEORGIS C. 1995. Potential growth and control of *Escherichia coli* O157:H7 in soft hispanic type cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 25, 289-300.
- [15] KAZIMIERCZAK A., MOLSKA I., NOWOSIELSKA R. 1999. Jakość mikrobiologiczna serów podpuszczkowych dojrzewających. *Przemysł Spożywczy*, 5, 18-20.
- [16] KWIATEK K., RÓŻAŃSKA H. 1996. *Escherichia coli*, serotyp O157:H7 – czynnik etiologiczny zatruc pokarmowych u ludzi. *Medycyna Weterynaryjna*, 52, 29-32.
- [17] LEKKAS C., KAKOURI A., PALEOLOGOS E., VOUTSINAS L., KONTOMINAS M., SAMELIS J. 2006. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in Galotyri cheese stored at 4 and 12°C. *Food Microbiology*, 23, 268-276.
- [18] LEYER G.J., WANG L.L., JOHNSON E.A. 1995. Acid adaptation of *Escherichia coli* O157:H7 increases survival in acidic foods. *Applied and Environmental Microbiology*, 61, 3752-3755.

- [19] MEAD P.S., GRIFFIN P. 1998. *Escherichia coli* O157:H7. The Lancet, 352(10), 1207-1219.
- [20] MOLSKA I., PAŁUBIŃSKA A. 2006. Jakość mikrobiologiczna i trwałość mleka spożywczego pasteryzowanego na rynku warszawskim. Przegląd Mleczarski, 8, 4-7.
- [21] MOLSKA I. 2007. *Escherichia coli* w produktach spożywczych. Przemysł Spożywczy, 10, 46-50.
- [22] NOOITGEDAGT A., HARTOG B. 1988. A survey of the microbiological quality of Brie and Camembert. Netherlands Milk and Dairy Journal, 42, 57-72.
- [23] ÖKSÜZ Ö., ARICI M., KURULTAY S., GÜMÜS T. 2004. Incidence of *Escherichia coli* O157 in raw milk and white pickled cheese manufactured from raw milk in Turkey. Food Control, 15, 453-456.
- [24] RAMSARAN H., CHEN J., BRUNKE B., HILL A., GRIFFITHS M. 1998. Survival of bioluminescent *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7 in soft cheese. Journal of Dairy Science, 81, 1810-1817.
- [25] REITSMA C., HENNIG D. 1996. Survival of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 during the manufacture and curing of cheddar cheese. Journal of Food Protection, 59, 460-464.
- [26] Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 2073/2005 w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych wraz z późniejszymi zmianami wprowadzonymi Rozporządzeniami Komisji (WE) nr 1441/2007, nr 365/2010 oraz nr 1086/2011.
- [27] RYSER E. 2001. Public health concerns. W: Applied Dairy Microbiology, pod red. Marth E., Steele J., Marcel Dekker Inc., New York, 397-545.
- [28] SCHEUTZ F., STOCKBINE N.A. 2005. Genus I. *Escherichia*. W: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Wyd. 2. Tom 2, Springer, 607-624.
- [29] ŚCIEŻYŃSKA H., WINDYGA B., GROCHOWSKA A., PAWŁOWSKA K., MAKA Ł., KARŁOWSKI K. 2009. Rozpowszechnienie *Escherichia coli* O157 w żywności z rynku krajowego. Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 42, 574-578.
- [30] ŚMIETANA Z., BOHDZIEWICZ K., DERENGIEWICZ W. 2006. Sery – żywność funkcjonalna, atrakcyjna, bezpieczna. Przegląd Mleczarski, 3, 4-8.
- [31] SMITH J., FRATAMICO P. 2005. Diarrhea – inducing *Escherichia coli*. W: Foodborne Pathogens. Microbiology and Molecular Biology, Norfolk Caister Academic Press, 357-383.
- [32] SZYCH J., PACIOREK J., CIEŚLIK A., KAŁUŻEWSKI S. 1999. Charakterystyka szczepów *E. coli* O157 izolowanych w Polsce z próbek materiału klinicznego i żywności. Medycyna Doświadczalna i Mikrobiologia, 50, 179-196.
- [33] TEKINSEN K., ÖZDEMİR Z. 2006. Prevalence of foodborne pathogens in Turkish Van Otlu (Herb) cheese. Food Control, 17, 707-711.
- [34] The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents, Antimicrobial Resistance and Foodborne Outbreaks in the European Union in 2005. The EFSA Journal, 2006, 94, 122-133.
- [35] The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in the European Union in 2008. The EFSA Journal, 2010, 8(1):1496, 209-220.
- [36] The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2010. The EFSA Journal, 2012, 10(3):2597, 161-188.
- [37] TORNADIJO M., GARCÍA M., FRESNO J., CARBALLO J. 2001. Study of Enterobacteriaceae during the manufacture and ripening of San Simón cheese. Food Microbiology, 18, 499-509.
- [38] WEINER M., OSEK J. 2007. Shigatoksyyczne *Escherichia coli* – aktualny stan wiedzy. Medycyna Weterynaryjna, 7, 758-762.
- [39] ZHAO T., DOYLE M., SHERE J., GARBER L. 1995. Prevalence of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in a survey of dairy herds. Applied and Environmental Microbiology, 61, 1290-1293.
- [40] ZHAO T., DOYLE M.O., BESSER R.E. 1993. Fate of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in apple cider with and without preservatives. Applied and Environmental Microbiology, 59, 1180-1187.
- [41] ZIARNO M., MOLSKA I. 1999. Drobnoustroje chorobotwórcze dla człowieka w mleku surowym cz. III. Przegląd Mleczarski, 11, 386-389.

## ESCHERICHIA COLI IN DAIRY PRODUCTS

### SUMMARY

*Escherichia coli* was accepted as a faecal contamination indicator of food products because of its presence in the intestinal system and faeces of warm blooded organisms. Several *E. coli* strains represent pathogens with wide spectrum of illness which may ensue ranging from mild diarrhoea through colitis to severe urinary diseases. Because pathogenic *E. coli* O157 serotypes have been found from healthy cattle faeces, cheeses made from unpasteurized milk are potential vehicle of this microorganisms.

The study characterized the specium *Escherichia coli*, with particular emphasis on pathogenic serotypes, including serotype O157: H7. Has reviewed the literature regarding the occurrence of pathogenic strains of *Escherichia coli* in raw milk and dairy products in different countries and Poland. The paper has presented selected examples of occurrence pathogenic strains in raw milk and dairy products, incidents of foodborne infections caused by the consumption of dairy products contaminated by these serotypes.

**Key words:** *E. coli*, pathogenesis, foodborne infections, STEC, EHEC, O157:H7.