

Mleko i sery jako źródło infekcji dla ludzi

HENRYK KRUKOWSKI¹, HANNA BIS-WENCEL¹, ANDRZEJ PRYSTUPA²

¹Zakład Mikrobiologii i Biologii Rozrodu, Katedra Higieny Zwierząt i Zagrożeń Środowiska, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

²Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych, Wydział Lekarski, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. Staszica 16 (SPSK Nr 1), 20-081 Lublin

Otrzymano 31.01.2023

Zaakceptowano 30.03.2023

Krukowski H., Bis-Wencel H., Prystupa A.

Milk and cheese as a source of human infection

Summary

Contaminated food, including milk and dairy products, is the cause of health problems, important both from the point of view of an individual and families, populations or countries. Raw milk that has not been thermally treated and the cheeses made from it can be transmitters of many microorganisms that are dangerous to humans and can be found in the body of an infected animal. Food borne pathogens such as *Campylobacter jejuni*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* and toxic (STEC) strains of *E. coli* can come from the cow itself or from its environment. These microorganisms can enter the milk indirectly from the environment (insufficient hygiene) and directly as a result of excretion into the milk by an infected animal. The paper describes the most important food pathogens causing food poisoning after consumption of milk (including pasteurized milk) and cheese.

Keywords: milk, cheese, food poisoning

Spożywanie mleka i produktów mleczarskich może przynosić korzyści prozdrowotne, gdyż stanowią one bogactwo aktywnych biologicznie składników, takich jak: białka, tłuszcze, minerały, węglowodany i witaminy. Surowe mleko może jednak stanowić zagrożenie dla zdrowia ludzi, jeśli jest zanieczyszczone patogenami odzwierzęcymi, a rosnąca popularność niepasteryzowanego mleka budzi obawy dotyczące zdrowia publicznego (3, 29, 32). W USA ogniska związane ze spożyciem nabiału powodują średnio 760 zachorowań/rok i 22 hospitalizacje/rok, głównie z powodu *Salmonella* spp. i *Campylobacter* spp. Niepasteryzowane mleko spożywane przez zaledwie 3,2% populacji oraz ser przez zaledwie 1,6% populacji były w 96% przyczyną chorób spowodowanych przez zanieczyszczone drobnoustrojami produkty mleczne. Niepasteryzowane produkty mleczne powodują zatem 840 razy więcej zachorowań i 45 razy więcej hospitalizacji niż produkty pasteryzowane; podwojenie spożycia mleka niepasteryzowanego lub wytwarzanego z niego sera może zwiększyć liczbę chorób związanych z ogniskami zatrucia pokarmowych o 96% (11). Do najważniejszych zagrożeń, zdaniem Grace i wsp. (17), należą: *Mycobacterium bovis*, *Campylobacter* spp. i odzwierzęce *Salmonella enterica*.

Termofilne pałeczki *Campylobacter* należą do najczęściej izolowanych etiologicznych czynników

zatrucia i zakażeń pokarmowych u ludzi. Naturalnym rezerwuarem *Campylobacter* jest przewód pokarmowy ptaków. Do zakażenia pałeczkami *Campylobacter* sp. dochodzi najczęściej w wyniku spożycia niepoddanych odpowiedniej obróbce cieplnej potraw mięsnych, zwłaszcza przygotowanych z mięsa drobiowego i spożycie zanieczyszczonego pałeczkami *Campylobacter* sp. niepasteryzowanego mleka oraz jego przetworów lub zanieczyszczonej wody (40). Bydło jest drugim najczęstszym źródłem kampylobakteriozy u ludzi (13). W Szwecji pobrano próbki mleka z ferm mlecznych bydła i małych przeżuwaczy i zbadano je m.in. w kierunku *Campylobacter*. *C. jejuni* wykryto w 9% próbek mleka krowiego (4). W prowincji Beni-Suef w Egipcie *C. jejuni* wyizolowano z 9,5% próbek surowego mleka i sera oraz z prawie 40% próbek kału ludzkiego. We wszystkich izolatach wykryto zjadliwe geny *cadF* i *cdtA* (47). W listopadzie 2012 r. wykryto ognisko kampylobakteriozy wśród osób, które odwiedziły fińską farmę mleczną lub spożyły pochodzące z niej mleko surowe. Dwoje dzieci hospitalizowano z powodu krwawej biegunki i potwierdzonego posiewem zakażenia *C. jejuni*. Ankiety konsumentów kupujących mleko wykazały, że 29% respondentów z biegunką, z których większość miała potwierdzoną posiewowo infekcję *C. jejuni*, piło surowe mleko z tej fermy krow. *C. jejuni* wyizolowano także z 88% pró-

bek pochodzących z wyposażenia tego gospodarstwa mleczarskiego (m.in. zbiornik, filtry do mleka) oraz odchodów bydła. Przy użyciu metody elektroforezy w pulsacyjnym polu elektrycznym (PFGE) izolaty *C. jejuni* (ST 388) były nie do odróżnienia od izolatów pochodzących od pacjentów, co potwierdzało, że gospodarstwo mleczarskie było źródłem ogniska kamylobakteriozy (22). Ognisko kamylobakteriozy u dzieci w wieku szkolnym wystąpiło także w Wielkiej Brytanii w 2011 r. Występowanie tego schorzenia badano za pomocą sekwencjonowania całego genomu (WGS) *Campylobacter*, badania epidemiologicznego i badań środowiskowych. Rodzice tych dzieci zgłosili spożycie mleka w szkole na tydzień przed chorobą. Z wyłączeniem 5 przypadków, które uważa się za prawdopodobne wtórne infekcje domowe, we wszystkich przypadkach dzieci spożywały mleko z jednej mleczarni. Analizy: mikrobiologiczna i epidemiologiczna wykazały związek infekcji z mlekiem z jednej mleczarni, która zaopatrywała w mleko wszystkie samorządowe szkoły podstawowe w okolicy (13).

Do zakażenia pałeczkami *Salmonella* dochodzi drogą pokarmową poprzez wypicie wody lub spożycie produktów zanieczyszczonych kałem zwierząt, najczęściej jaj i mięsa drobiowego. Pałeczka *Salmonella* stanowi najczęstszą bakteryjną przyczynę zakażeń żołądkowo-jelitowych w Polsce. W 2021 r. zapadalność w Polsce na zatrucia pokarmowe z powodu salmonelli wynosiła 21,79/100 000 mieszkańców. Zdecydowana większość (72,4%) ognisk salmonellozy przenoszonych drogą pokarmową zgłoszonych w UE w 2019 r. była spowodowana przez *Salmonella* Enteritidis. Wiosną 2020 r. w regionie Marche (środkowe Włochy) doszło do wybuchu ogniska *S. Enteritidis* przenieszonego przez żywność, gdzie zachorowało 85 osób. Źródłem zakażenia był ser pecorino „primo sale”, produkowany z surowego mleka owczego. Sery produkowane były w dwóch lokalnych mleczarniach. Analiza bakteriologiczna pobranych próbek pozwoliła na wykrycie *S. Enteritidis* w odchodach zwierzęcych, próbkach środowiskowych, zbiornikach na mleko surowe oraz mleku pobranym od pojedynczych zwierząt. Dane te potwierdzają, że pomimo nielicznych dowodów naukowych *S. Enteritidis* może zarazić owce i przedostać się do mleka zwierząt, stąd istnieje realne zagrożenie dla zdrowia publicznego, gdy do produkcji takiego sera wykorzystywane jest mleko niepasteryzowane (35). Ung i wsp. (44) opisali jedno z największych ognisk (outbreak) zatrucia *S. Dublin* we Francji. Dwa różne sery z surowego mleka krowiego, Morbier i Vacherin Mont d'Or, były najprawdopodobniej wektorami tego zatrucia. Dochodzenie wskazało na kilku producentów sera z tego samego regionu jako źródła ogniska *S. Dublin*. W regionie tym obserwowano wzrost zachorowalności na salmonellozę u bydła pod koniec lata 2015 r. To, zdaniem autorów, może wyjaśnić wzrost zanieczyszczonych partii sera jesienią i zimą 2015 r. Na podstawie tych wyników

Ministerstwo Rolnictwa uruchomiło wzmocniony plan kontroli zakładów przetwórstwa serów z surowego mleka w regionie, aby zapobiec przyszłym ogniskom (44). Amerykańska Agencja ds. Żywności i Leków (FDA) zleciła w 2014 r. pobieranie próbek w celu ustalenia częstości występowania salmonelli w środowisku przetwórczym zakładów produkujących mleko w proszku. Salmonellę wykryto w środowisku trzech (5,5%) z 55 placówek. Ogólna częstość występowania salmonelli wyniosła 0,16% (20). Między 2 a 8 sierpnia 2018 r. do regionalnej agencji zdrowia Prowansji-Alp-Lazurowego Wybrzeża (PACA) zgłoszono choroby przewodu pokarmowego w pięciu rodzinach z jednego departamentu w południowej Francji. Te pięć grup obejmowało 15 chorych, u których objawy wystąpiły w okresie od 28 lipca do 8 sierpnia 2018 r. Próbkę kału dziewięciu z 10 przebadanych przypadków dały wynik pozytywny na obecność *Salmonella* spp. Izolaty poddano typowaniu genetycznemu, które potwierdziło badanie fenotypowe (20). Dochodzenie przeprowadzone przez regionalną agencję ds. zdrowia wykazało, że konsumpcja sera z surowego mleka koziego wytwarzanego przez jednego francuskiego producenta (X) była tym, co łączyło wszystkie rodziny, od których wyizolowano salmonelle (39).

Listeria monocytogenes jest Gram-dodatnią, względnie beztlenową, nietworzącą przetrwalników bakterią i jednym z najmniej bezpiecznych odzwierzęcych patogenów przenoszonych przez żywność. Listerioza występuje głównie u osób z obniżoną odpornością, noworodków, kobiet w ciąży, osób starszych i chorych na AIDS (43). W USA ogniska zatruc pokarmowych spowodowane spożyciem serów z mleka pasteryzowanego były najczęściej wywołane przez norowirusy (39%) i właśnie listerię (24%). Trzy zgony w ogniskach z powodu spożycia serów z pasteryzowanego mleka były spowodowane przez ten patogen. Niektóre miękkie sery z mleka pasteryzowanego, zwłaszcza sery w stylu meksykańskim, takie jak queso fresco, były przyczyną ogniska infekcji *Listeria* w Stanach Zjednoczonych i Europie. Ponieważ listeria jest powszechna w środowisku przetwórczym, ser wyprodukowany z pasteryzowanego mleka może zostać zanieczyszczony podczas produkcji i dojrzewania. Miękkie sery mogą wspomagać rozwój listerii, jeżeli zostały nimi zanieczyszczone po wyprodukowaniu, niezależnie od tego, czy mleko użyte do produkcji sera było pasteryzowane, czy nie (16). Zbadano występowanie *L. monocytogenes* w próbkach mleka i serów w prowincji Eastern Cape w Afryce Południowej. *L. monocytogenes* wykryto w 18,46% wszystkich przebadanych próbek. 71,43% wszystkich izolatów zawierało jeden lub więcej genów kodujących oporność na różne antybiotyki (26). W Polsce spośród 380 przebadanych próbek mleka 21 (5,5%) było pozytywnych dla *L. monocytogenes*. Oporność na penicylinę była najczęściej występującą opornością w izolatach z mleka. Najczęstszymi genami wirulencji (VG) wśród szcze-

pów izolowanych z mleka były *hlyA* i *plcB* (43). Mleko wielbłądzie to alternatywne rozwiązanie dla osób uczulonych na mleko krów. Próbkę mleka (zbiorczego z wymienia) pobrano od 100 wielbłądziej, a następnie zbadano na obecność patogennych listerii. *Listeria* spp. wyizolowano z 4% próbek i tylko 1,0% potwierdzono jako *L. monocytogenes*. Wyniki tego badania wskazują, że mleko wielbłądzie może jednak zawierać bakterie o potencjale zoonotycznym (37).

Pałeczki *Escherichia coli* należące do rzędu Enterobacteriales rodziny Enterobacteriaceae (36) stanowią naturalny składnik mikroflory przewodu pokarmowego, jak również pełnią rolę saprofityczną, współdziałając w utrzymaniu homeostazy organizmu poprzez udział w syntezie wielu istotnych dla niego składników. Szczepy STEC produkujące toksynę Shiga (Stx) zostały po raz pierwszy zidentyfikowane jako groźny czynnik zakażeń pokarmowych u ludzi na początku lat osiemdziesiątych XX w. Naturalnym rezerwuarem szczepów STEC są przeżuwacze, przede wszystkim bydło, a także owce i kozy, będące nosicielami i siewcami tych bakterii. Pomimo że nosicielstwo i siewstwo jest krótkotrwałe i wynosi około 1 miesiąca, bakterie mogą utrzymywać się w środowisku przez długi czas (od kilku tygodni do kilkunastu miesięcy (46)). *E. coli* wytwarzająca toksynę Shiga (STEC) jest dużym zagrożeniem dla zdrowia ludzi, związanym ze spożywaniem surowego mleka. Bakterie te mogą kolonizować jelita bydła i przenikać do mleka zanieczyszczonego odchodami podczas doju (22). W 2017 r. w Austrii (33) spośród 25 uczestników szkolnej wycieczki z dolnej Saksonii, u dziewięciu wystąpiła wodnista biegunka, ból brzucha lub wymioty, u dwunastu badanie stolca dało wynik pozytywny w kierunku STEC; osiem izolatów STEC O103 miało identyczne wzory PFGE. W gospodarstwie dostarczającym mleko do hotelu, w którym byli zakwaterowani uczestnicy wycieczki, STEC zostały zidentyfikowane w 26 z 35 próbek kału zwierząt, w tym we wszystkich próbkach kału krów. Szczepy STEC O103 o niemal identycznym genomie, jak w przypadku ludzi, były obecne w próbkach pochodzących od trzech zwierząt (dwóch cieląt i jednej kozy) (33). W Finlandii pomimo izolacji STEC O157:H7 od krów mlecznych (17%) bakterie te rzadko izolowano z filtrów mleka (2%) w tych gospodarstwach. Jeden szczep STEC O157:H7 wykryto jednocześnie w każdym gospodarstwie i utrzymywał się przez okres 12 miesięcy pomimo rygorystycznych środków higienicznych (22). W gospodarstwach mlecznych w Szwecji werotoksygenną *E. coli* (VTEC) O157 wykryto w 2% prób z filtrów mleka krowiego. W Czechach pobrano próbki ze 192 filtrów do mleka w linii produkcyjnej ze 192 gospodarstw mlecznych i zbadano je w kierunku bakterii *E. coli*. Wszystkie izolaty były badane pod kątem wrażliwości na środki przeciwdrobnoustrojowe i obecność genów oporności na środki przeciwdrobnoustrojowe. STEC O157 wykryto w 2% filtrów, a odporne niepatogenne izolaty

bakterii *E. coli* i coli ze specyficznymi genami wykryto w 23% filtrów. Występowanie opornych bakterii z grupy coli w filtrach do mleka było istotnie wyższe wśród izolatów z gospodarstw, w których w okresie zasuszenia stosowano antybiotykoterapię przeciw zapaleniu wymienia. Dominującym typem antybiotykooporności była oporność na cefalotynę, którą wykryto u 1/3 izolatów (10).

Streptococcus agalactiae (Grupa B *Streptococcus*, GBS) to powszechny gatunek bakterii infekujący zarówno ludzi, jak i bydło. Wcześniejsze badania wykazały, że GBS izolowane od ludzi i bydła (6) są w większości niespokrewnione i należą do odrębnych populacji, jednak ostatnio bydłęcy GBS CC103 stał się dominującym szczepem epidemicznym i często izolowanym od pacjentów w Chinach, wykazywał też bardzo wysoką patogeniczność (45). Zakażenia *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* u ludzi są rzadkie. Badanie Bordes-Benitez i wsp. (8) wykazało, że spożycie sera z nieodpowiednio pasteryzowanego mleka było związane z infekcją *S. equi* subsp. *Zooepidemicus* u ludzi. Zakażonych było 15 pacjentów z wyspy Gran Canaria. Dwunastu (80%) miało choroby współistniejące. Zakażenie *S. equi* subsp. *zooepidemicus* występowało w sześciu przypadkach jako bakteremia pierwotna, w czterech przypadkach jako bakteremia związana z tętniakiem aorty, w dwóch przypadkach jako septyczne zapalenie stawów, w dwóch przypadkach jako zapalenie płuc, a w jednym przypadku jako zapalenie opon mózgowych. Pięciu (33,3%) pacjentów zmarło. Inne ognisko zakażenia *S. zooepidemicus* wystąpiło w Australii. Opisującym przypadkiem był pacjent z epizodem posocznicy powikłanej kłębuszkowym zapaleniem nerek. Chociaż nie wykonano biopsji nerki, kryteria diagnostyczne dla postpaciorkowcowego zapalenia kłębuszków nerkowych zostały spełnione. Stwierdzono, że dwie inne osoby z jego rodziny były bezobjawowymi nosicielami tego paciorkowca w gardle. Źródłem ogniska epidemicznego było niepasteryzowane mleko od krowy domowej w gospodarstwie, w którym mieszkała rodzina. Badania molekularne potwierdziły, że szczepy wyizolowane z przypadku chorego pacjenta, innych członków rodziny i mleka krowiego były identyczne (14).

Staphylococcus aureus jest powszechnym czynnikiem etiologicznym *mastitis*, co przekłada się na możliwość zakażenia mleka i kontaminacji produktów mlecznych. Surowe mleko może więc stanowić zagrożenie dla zdrowia publicznego, jeśli jest zanieczyszczone tym drobnoustrojem. Pierwszy komunikat o metycylinoopornych szczepach gronkowca złocistego (MRSA) występujących u bydła miał miejsce w Belgii w 1972 r. Kolejne przypadki kolonizacji zdiagnozowano w Pakistanie (2004), Korei (2007) i na Węgrzech w 2007 r. (5). W Polsce opisano dotychczas jedno ognisko *mastitis* u krów wywołane przez MRSA (8). W Szwecji wykazano, że częstość występowania *S. aureus* w filtrach do mleka wynosi 71% w gospo-

darstwach zajmujących się hodowlą krów mlecznych i 64% w fermach małych przeżuwaczy (wyniki podano łącznie dla kóz i owiec). Zdaniem autorów, niepasteryzowane mleko ze szwedzkich gospodarstw czasami zawiera bakterie o potencjale zoonotycznym (4). W badaniach algierskich (1) typowy klon zwierzęcy CC97 *S. aureus* był czasami wykrywany u ludzi (właścicieli lub opiekunów krów). Odwrotnie, klon ludzki CC22 *S. aureus* w dużej mierze przeszedł z ludzi na bydło (mleko krów z *mastitis*). Badania potwierdzają występowanie zakażeń wywołanych przez zwierzęce i ludzkie szczepy *S. aureus* w środowisku rolniczym w Algierii, które mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia w obu populacjach. W Brazylii *Staphylococcus* spp. wyizolowano z 53% próbek mleka, z pośród których aż 98,4% zidentyfikowano jako *S. aureus*. Obecność genu *mecA* (występującego u MRSA) została zweryfikowana w 48,3% izolatach *S. aureus*. Całkowita liczba przypadków *mastitis* wywołanych MRSA wynosiła 12,2%. Wykrycie tak dużego odsetka przypadków zapalenia wymienia wywołanych przez MRSA ma istotne znaczenie dla zdrowia zwierząt, ponieważ β -laktamy są nadal najważniejszymi środkami przeciwdrobnoustrojowymi stosowanymi w leczeniu zapalenia wymienia. Ponadto *S. aureus* powodując zapalenie wymienia u bydła, stanowi ryzyko dla zdrowia publicznego (19). Wyniki Sato i wsp. (42) sugerują, że istnieje cykl transmisji CA-MRSA pomiędzy wolowiną, krowami z *mastitis* oraz ludźmi w Japonii. 35 szczepów *S. aureus* wyizolowano z 383 próbek surowego mleka pobranych z różnych stad krów mlecznych w prowincji Mediolan (północne Włochy). Około połowa (45,7%) szczepów była enterotoksygenna, a 37,1% było opornych na co najmniej jeden z testowanych leków przeciwdrobnoustrojowych. 20% izolatów *S. aureus* było opornych na metycylinę (MRSA). MRSA wyizolowano również z nosa dojarza w jednym z gospodarstw. Dojarz pracował jako wolontariusz w domu opieki, pełniąc tym samym rolę nosiciela MRSA w stadzie. Wyniki wykazały zdolność adaptacyjną MRSA do żywiciela bydłowego. Autorzy sugerują, że CC22-MRSA należy uznać za potencjalną przyczynę odwrotnej choroby odzwierzęcej w stadach bydła mlecznego (31). Johler i wsp. (25) zbadali 276 próbek z różnych etapów produkcji sera (mleko surowe, serwatka, twaróg, solanka, białko do suszenia i ser) w rzemieślniczych mleczarniach (artisan dairies) we Włoszech. 37% próbek z 25 mleczarni uzyskało pozytywny wynik testu na obecność *S. aureus*, a w 80% serów produkowanych metodą rzemieślniczą wykryto gronkowca złocistego. Ponadto enterotoksygenny *S. aureus*, a w szczególności izolaty *t2953* (genotyp B), powszechnie występował w próbkach pobranych z rzemieślniczych mleczarni i serów tam produkowanych (25). W Polsce gronkowce koagulazo-dodatnie wyizolowano z 62% analizowanych próbek mleka z gospodarstw mlecznych i mleczarni. Amplifikacja PCR 16S rRNA potwierdziła, że wszystkie z nich były

szczepami *S. aureus*, z których 29% miało właściwości enterotoksyczne (41). W jednym z polskich gospodarstw w 2018 r. wyizolowano tylko 12 szczepów *S. aureus* (od 12 krów) z 717 próbek mleka pobranych od 583 krów z subklinicznym zapaleniem wymienia, jednakże pięć (41,7%) izolatów *S. aureus* wykazywało cechy fenotypowe dla MRSA. Osiem wymazów od ludzi (z 24 badanych; 33,3%), w tym 5 próbek z nosa i 3 próbki z jamy ustnej, dało wzrost *S. aureus*. Wszystkie te izolaty wykazywały fenotyp MRSA, ponieważ były odporne na cefoksytynę. Wymazy pochodziły od lekarza weterynarii ($n = 4$), jego żony ($n = 1$), syna ($n = 1$) i dojarza ($n = 2$). Genotypowanie przeprowadzono na wszystkich ($n = 13$) izolatach MRSA. Pięć izolatów bydłowych i 6 ludzkich było nie do odróżnienia w typowaniu MLVA i zawierało identyczne typy MLST (ST398) i spa (*t034*). Wyniki tego badania dostarczają dowodów na przenoszenie MRSA pomiędzy ludźmi i krowami oraz między ludźmi w rodzinie. Praca, mimo że jest badaniem wstępnym, podkreśla ryzyko wewnątrz- i międzygatunkowej transmisji LA-MRSA (28). Gronkowce to najczęściej izolowane bakterie z mleka koziego. Jest to *S. aureus*, ważny patogen zwierzęcy i ludzki oraz różne gronkowce koagulazo-ujemne. Anderson i wsp. (2) zbadali 497 próbek mleka koziego, 502 wymazy z nosa kóz i 97 wymazów od obsługi w 30 mleczarniach kozich w Północnej Karolinie (USA). 28 z 30 tych mleczarni zgłosiło spożycie mleka niepasteryzowanego. Tylko 10% dojarzy w gospodarstwach zawsze nosiło rękawiczki podczas doju. Gronkowca złocistego częściej izolowano z rąk i nosa dojarzy (25,8%) niż próbek mleka koziego (1,4%).

Yersinia enterocolitica jest ważnym patogenem przenoszonym przez żywność u ludzi. Głównym źródłem zatrucia jest zanieczyszczona wieprzowina, mleko lub woda (23). W lipcu 2019 r. zbadano (18) przypadki zachorowań wywołanych przez *Yersinia enterocolitica* dotyczących letni obóz młodzieżowy i pobliską społeczność w północno-wschodniej Pensylwanii. Po wstępnych rozmowach telefonicznych z właścicielami obozów i członkami społeczności zidentyfikowano mleko pasteryzowane z małej mleczarni prowadzącej pasteryzację na miejscu jako wspólną ekspozycję. *Y. enterocolitica* wyizolowano z próbek niepasteryzowanego mleka z tej mleczarni. Pięć izolatów klinicznych od członków obozu, dwa izolaty kliniczne od członków społeczności i dziewięć izolatów z niepasteryzowanego mleka było nie do odróżnienia za pomocą sekwencjonowania całego genomu. Ryzyko jersinozy wśród personelu obozowego, który pił mleko, było 5,3 razy większe niż u tych, którzy tego nie robili. Ponieważ mleczarnia sprzedawała tylko mleko pasteryzowane, mleko to uznano za źródło zachorowań (18). W Iranie *Yersinia* spp. wykryto w 29 (6,5%) próbkach, z czego 23 (79,3%), 5 (17,2%) i 1 (3,4%) wyizolowano (odpowiednio) z surowego mleka krowiego, owczego i koziego. Najczęściej izolowanym gatunkiem były *Yersinia enterocolitica* (65,5%), następnie *Yersinia*

frederiksenii (31%) i *Yersinia kristensenii* (3,4%). Badane *Yersinia* spp. wykazały najwyższy odsetek oporności na tetracyklinę (48,3%). Zdaniem autorów, izolowanie potencjalnie chorobotwórczych *Y. enterocolitica* z surowego mleka wskazuje na wysokie ryzyko jersiniozy związanej ze spożywaniem surowego mleka (23). Lorusso i wsp. (30) opisali pierwszy potwierdzony przypadek *mastitis* spowodowany przez *Yersinia pseudotuberculosis* u krowy mlecznej z Włoch. Próbkę mleka od krowy analizowano zgodnie ze standardowymi protokołami hodowlanymi. W badaniach bakteriologicznych wyizolowano nietypowe pałeczki Gram-ujemne zidentyfikowane jako *Y. pseudotuberculosis* za pomocą testów biochemicznych. Izolat został poddany sekwencjonowaniu całego genomu (WGS), a identyfikacja gatunku została potwierdzona przy użyciu rMLST. Zdaniem autorów, wykrycie *Y. pseudotuberculosis* sugeruje, że ten patogen może się rozprzestrzeniać wśród ludzi poprzez surowe mleko, stanowiąc potencjalne zagrożenie bezpieczeństwa żywności (30).

W mleku surowym *Mycobacterium bovis* i prątki atypowe wyizolowano w Tanzanii, *M. bovis* i *M. africanum* w Nigerii, *M. bovis* w Tunezji oraz atypowe gatunki *Mycobacterium* w Turcji i Brazylii. Wszystkie te badania wykazały, że u bydła patogen przechodzi do mleka, a to wpływa na zdrowie publiczne ze względu na ryzyko spożycia surowego mleka lub przetworów mlecznych, które nie zostały poddane urzędowej kontroli sanitarnej i/lub odpowiedniej obróbce cieplnej (7). W Brazylii, w kilku stanach odnotowano zanieczyszczenie surowego mleka kompleksem *Mycobacterium tuberculosis* (MTC). Najwyższy wskaźnik spożycia surowego mleka i jego pochodnych w Brazylii występuje w Amazonii (9). Ten stan ma również najwyższą częstość występowania gruźlicy zarówno u ludzi, jak i zwierząt gospodarskich. W 2019 r. pobrano przed przetworzeniem 250 próbek surowego mleka od bydła i bawołów z trzech zakładów mleczarskich w stanie Amazonas. Próbkę umieszczono w 21 pulach. Materiał genetyczny MTC zidentyfikowano we wszystkich pulach mleka surowego. Materiał genetyczny *M. bovis* zidentyfikowano w siedmiu pulach surowego mleka (1 od bydła, 6 od bawołów). Zdaniem Carneiro i wsp. (9), powszechna praktyka spożywania surowego mleka i jego pochodnych w Amazonas stanowi zagrożenie dla zdrowia publicznego. Obecnie, według brazylijskiego Instytutu Geografii i Statystyki (IBGE), Brazylia ma największe komercyjne stada bydła na świecie, liczące około 212 milionów zwierząt. Szacuje się, że około 1,3% stad brazylijskiego bydła mlecznego jest dotkniętych gruźlicą (7).

Coxiella burnetii jest wysoce zakaźną bakterią wewnątrzkomórkową o niskiej dawce zakaźnej, która powoduje gorączkę Q (koksylózę), chorobę odzwierzęcą występującą na całym świecie. Żywe *C. burnetii* wykryto w niepasteryzowanym mleku i serach po kilku miesiącach dojrzewania w gospodarstwie

rolnym w Urugwaju, produkującym i sprzedającym rzemieślniczy ser bezpośrednio konsumentom. W gospodarstwie tym wystąpił przypadek poronienia u krowy rasy holsztyńskiej w okresie laktacji. Krowa miała ciężkie martwicze zapalenie łożyska, a wewnątrz trofoblastów stwierdzono obfitą obecność *C. burnetii*, co potwierdzono immunohistochemicznie i PCR (38). Zdaniem Gale i wsp. (15), dostępne dowody sugerują, że ryzyko związane z *C. burnetii* poprzez spożycie niepasteryzowanego mleka i przetworów mlecznych (w tym sera) nie jest nieistotne.

Kleszczowe zapalenie mózgu (KZM) jest jedną z najczęstszych chorób wirusowych przenoszonych przez stawonogi. Choroba występuje endemicznie w Europie Środkowej i Wschodniej, w południowej części Rosji oraz Skandynawii. W latach 2000-2015 na terenie Polski odnotowano 3662 zachorowania na KZM, z czego około 45% dotyczyło mieszkańców województwa podlaskiego (27). Głównym rezerwuarem wirusa TBEV (Tick-borne encephalitis virus, rodzina *Flaviviridae*) są małe gryzonie i ssaki domowe, przy czym zwykłym wektorem jest kleszcz pospolity (*Ixodes*). Spektrum kliniczne KZM waha się od łagodnego do ciężkiego zapalenia opon mózgowo-rdzeniowych. Choroba ta może prowadzić do poważnych następstw, a śmiertelność w Europie wynosi do 2%. KZM rozwija się z reguły w następstwie ukłucia przez zakażonego kleszcza, ale może być także skutkiem spożycia niepoddanego obróbce termicznej mleka od zakażonego zwierzęcia będącego w fazie wirerii (34). Ognisko rodzinne KZM wykryto po spożyciu niepasteryzowanego mleka koziego w Austrii. Wirusa TBEV wykryto w próbkach zamrożonego mleka koziego, które spożywała rodzina (34). Retrospektywna analiza dokumentacji czterech pacjentów hospitalizowanych w Hajnówce oraz w Białymstoku z powodu KZM nabytego drogą pokarmową wykazała, że chorzy w wieku od 24 do 36 lat spożywali mleko kozie z tego samego źródła. U wszystkich chorych obserwowano dwufazowy przebieg choroby z obecnością fazy zwiastunowej i fazy neuroinfekcji (27). W latach 2012-2016 na Słowacji zarejestrowano 13 ognisk epidemicznych KZM. Dwie epidemie przypadków KZM odnotowanych w 2012 r. było związanych ze spożyciem surowego mleka koziego i produktów mlecznych. W 2013 r. odnotowano jedną epidemię z udziałem 5 osób po spożyciu sera owczego z gospodarstwa w powiecie preszowskim. W 2014 r. zgłoszono jedno ognisko z 11 przypadkami. Dochodzenie potwierdziło jego związek ze spożywaniem owczego sera w restauracji w Ružomberku. W 2015 r. opisano 4 epidemie związane ze spożyciem mleka i sera od owiec i kóz w 4 powiatach (Żylina, Krupina, Kysucké Nové Mesto, Trenczyn). W 2016 r. wystąpiło 5 epidemii KZM związanych ze spożyciem mleka i produktów mlecznych. Największe ognisko epidemii KZM w ciągu ostatnich 5 lat miało miejsce w powiecie koszyckim. Podczas tej epidemii zarażono około 500 osób, a 44

zachorowało. Zarażone osoby potwierdziły spożycie sera owczego (12). W 1974 r. w Orzyszu doszło do zachorowań wśród ludności miejskiej rozpoznawanych początkowo jako: „ostry nieżyt żołądkowo-jelitowy po zatruciu pokarmowym”, „salmonelloza” lub „zatrucie pokarmowe z podrażnieniem opon mózgowo-rdzeniowych” o nieustalonej etiologii. Zachorowało 15 osób, a dochodzenie epidemiologiczne wykazało, że wszyscy chorzy pili mleko krowie, pochodzące od krów tego samego gospodarza. Na podstawie przeprowadzonych wielostronnych badań i obserwacji przyjęto, iż zakażenie nastąpiło drogą przewodu pokarmowego (24).

W ciągu ostatnich dwóch dekad nastąpił globalny wzrost liczby konsumentów, którzy poszukują niepasteryzowanego mleka i wytworzonych z niego serów, aby uzyskać korzyści odżywcze i zdrowotne oraz poprawić smak. Spożycie takich produktów mlecznych nie jest jednak pozbawione mikrobiologicznego ryzyka dla konsumentów. Mleko surowe, które nie zostało poddane obróbce termicznej, może być źródłem drobnoustrojów chorobotwórczych przenoszonych drogą pokarmową, natomiast pasteryzacja zapewnia bezpieczeństwo spożywania mleka i często w wielu krajach jest wymagana przez prawo.

Piśmiennictwo

- Akkou M., Bouchiat C., Antri K., Bes M., Tristan A., Dauwalder O., Martins-Simoes P., Rasigade J. P., Etienne J., Vandenesch F., Ramdani-Bougues N., Laurent F.: New host shift from human to cows within *Staphylococcus aureus* involved in bovine mastitis and nasal carriage of animal's caretakers. *Vet. Microbiol.* 2018, 223, 173-180, doi: 10.1016/j.vetmic.2018.08.003.
- Anderson K. L., Kearns R., Lyman R., Correa M. T.: *Staphylococci* in dairy goats and human milkers, and the relationship with herd management practices. *Small Rum. Res.* 2019, 171, 13-22, doi: org/10.1016/j.smallrumres.2018.11.021.
- Aragão B. B., Trajano S. C., de Oliveira R. P., Sobral da Silva D. M., de Carvalho R. G., Juliano M. A., Pinheiro Junior J. W., Mota R. A.: Multiresistant zoonotic pathogens isolated from goat milk in Northeastern Brazil. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.* 2021, 79, 101701, doi: 10.1016/j.cimid.2021.101701. 34455153.
- Artursson K., Schelin J., Thisted Lambert S., Hansson I., Olsson Engvall E.: Foodborne pathogens in unpasteurized milk in Sweden. *Int. J. Food Microbiol.* 2018, 284, 120-127, doi: 10.1016/j.jfoodmicro.2018.05.015.
- Banaszkiewicz T., Krukowski H.: Chorobotwórczość MRSA dla ludzi i zwierząt. *Med. Weter.* 2014, 70, 151-156.
- Bohnsack J. F., Whiting A. A., Martinez G., Jones N., Adderson E. E., Detrick S., Blaschke-Bonkowski A. J., Bisharat N., Gottschalk M.: Serotype III *Streptococcus agalactiae* from bovine milk and human neonatal infections. *Emerg. Infect. Dis.* 2004, 10, 1412-9, doi: 10.3201/eid1008.030917.
- Bolaños C. A. D., Paula C. L., Guerra S. T., Franco M. M. J., Ribeiro M. G.: Diagnosis of mycobacteria in bovine milk: an overview. *Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo* 2017, 59, e40, doi: 10.1590/S1678-9946201759040.
- Bordes-Benítez A., Sánchez-Oñoro M., Suárez-Bordón P., García-Rojas A. J., Saéz-Nieto J. A., González-García A., Alamo-Antúnez I., Sánchez-Maroto A., Bolaños-Rivero M.: Outbreak of *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* infections on the island of Gran Canaria associated with the consumption of inadequately pasteurized cheese. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* 2006, 25, 242-6, doi: 10.1007/s10096-006-0119-x.
- Carneiro P. A. M., Pasquatti T. N., Lima D. A. R., Rodrigues R. A., Takatani H., Silva C. B. D. G., Jardim R., Abramovitch R. B., Wilkins M. J., Davila A. M. R., Araujo F. R., Kaneene J. B.: Milk contamination by *Mycobacterium tuberculosis* complex, implications for public health in Amazonas, Brazil. *J. Food Prot.* 2022, 85, 1667-1673, doi: 10.4315/JFP-21-303.
- Cizek A., Dolejská M., Novotná R., Haas D., Vyskocil M.: Survey of Shiga toxinigenic *Escherichia coli* O157 and drug-resistant coliform bacteria from in-line milk filters on dairy farms in the Czech Republic. *J. Appl. Microbiol.* 2008, 104, 852-860, doi: 10.1111/j.1365-2672.2007.03602.x.
- Costard S., Espejo L., Groenendaal H., Zagmutt F. J.: Outbreak-related disease burden associated with consumption of unpasteurized cow's milk and cheese, United States, 2009-2014. *Emerg. Infect. Dis.* 2017, 23, 957-964, doi: 10.3201/eid2306.151603.
- Dorko E., Hockicko J., Rimárová K., Bušová A., Popadák P., Popadáková J., Schröter I.: Milk outbreaks of tick-borne encephalitis in Slovakia, 2012-2016. *Cent. Eur. J. Public Health* 2018, 26, Suppl: S47-S50, doi: 10.21101/cejph.a5272.
- Fernandes A. M., Balasegaram S., Willis C., Wimalaratna H. M., Maiden M. C., McCarthy N. D.: Partial failure of milk pasteurization as a risk for the transmission of *Campylobacter* from cattle to humans. *Clin. Infect. Dis.* 2015, 61, 903-909, doi: 10.1093/cid/civ431.
- Francis A. J., Nimmo G. R., Efstratiou A., Galanis V., Nuttall N.: Investigation of milk-borne *Streptococcus zooepidemicus* infection associated with glomerulonephritis in Australia. *J. Infect.* 1993, 27, 317-323, doi: 10.1016/0163-4453(93)92358-4.
- Gale P., Kelly L., Mearns R., Duggan J., Snary E. L.: Q fever through consumption of unpasteurized milk and milk products – a risk profile and exposure assessment. *J. Appl. Microbiol.* 2015, 118, 1083-1095, doi: 10.1111/jam.12778.
- Gould L. H., Mungai E., Behraves C. B.: Outbreaks attributed to cheese: differences between outbreaks caused by unpasteurized and pasteurized dairy products, United States, 1998-2011. *Foodborne Pathog. Dis.* 2014, 11, 545-551, doi: 10.1089/fpd.2013.1650.
- Grace D., Wu F., Havelaar A. H.: Milk Symposium review: Foodborne diseases from milk and milk products in developing countries – Review of causes and health and economic implications. *J. Dairy Sci.* 2020, 103, 9715-9729, doi: 10.3168/jds.2020-18323.
- Gruber J. F., Morris S., Warren K. A., Kline K. E., Schroeder B., Dettinger L., Husband B., Pollard K., Davis C., Miller J., Weltman A., Mattioli M., Ray L., Tarr C., Longenberger A. H.: *Yersinia enterocolitica* outbreak associated with pasteurized milk. *Foodborne Pathog. Dis.* 2021, 18, 448-454, doi: 10.1089/fpd.2020.2924.
- Guimarães F. F., Manzi M. P., Joaquim S. F., Richini-Pereira V. B., Langoni H.: Outbreak of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)-associated mastitis in a closed dairy herd. *J. Dairy Sci.* 2017, 100, 726-730, doi: 10.3168/jds.2016-11700.
- Hayman M. M., Edelson-Mammel S. G., Carter P. J., Chen Y. I., Metz M., Sheehan J. F., Tall B. D., Thompson C. J., Smoot L. A.: Prevalence of *Cronobacter* spp. and *Salmonella* in milk powder manufacturing facilities in the United States. *J. Food Prot.* 2020, 83, 1685-1692, doi: 10.4315/JFP-20-047.
- Jaakkonen A., Castro H., Hallanvuol S., Ranta J., Rossi M., Isidro J., Lindström M., Hakkinen M.: Longitudinal study of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* and *Campylobacter jejuni* on Finnish dairy farms and in raw milk. *Appl. Environ. Microbiol.* 2019, 85, e02910-18, doi: 10.1128/AEM.02910-18.
- Jaakkonen A., Kivistö R., Aarnio M., Kalekivi J., Hakkinen M.: Persistent contamination of raw milk by *Campylobacter jejuni* ST-883. *PLoS One* 2020, 15, doi: 10.1371/journal.pone.0231810.
- Jamali H., Paydar M., Radmehr B., Ismail S.: Prevalence, characterization, and antimicrobial resistance of *Yersinia* species and *Yersinia enterocolitica* isolated from raw milk in farm bulk tanks. *J. Dairy Sci.* 2015, 98, 798-803, doi: 10.3168/jds.2014-8853.
- Jeżyna C., Węglińska T., Nawrocka E., Falecka W., Wieliczko-Gebska L., Rodkiewicz T., Piesiak Z., Ciesielski T.: Epidemia mleczna kleszczowego zapalenia mózgu w województwie łódzkiem. *Przegl. Epidemiol.* 1976, 30, 479-489.
- Jöhler S., Macori G., Bellio A., Acutis P. L., Gallina S., Decastelli L.: Characterization of *Staphylococcus aureus* isolated along the raw milk cheese production process in artisan dairies in Italy. *J. Dairy Sci.* 2018, 101, 2915-2920, doi: 10.3168/jds.2017-13815.
- Kayode A. J., Okoh A. I.: Assessment of multidrug-resistant *Listeria monocytogenes* in milk and milk product and One Health perspective. *PLoS One* 2022, 17, e0270993, doi: 10.1371/journal.pone.0270993.
- Król M. E., Borawski B., Nowicka-Cieluszecka A., Tarasiuk J., Zajkowska J.: Ognisko zachorowań na kleszczowe zapalenie mózgu nabyte drogą pokarmową na terenie województwa podlaskiego. *Przegl. Epidemiol.* 2019, 73, 239-248.
- Krukowski H., Bakula Z., Iskra M., Olender A., Bis-Wencel H., Jagielski T.: The first outbreak of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in dairy cattle in Poland with evidence of on-farm and intrahousehold transmission. *J. Dairy Sci.* 2020, 103, 10577-10584, doi: 10.3168/jds.2020-18291.
- Lieberman J. M.: North American zoonoses. *Pediatr. Ann.* 2009, 38, 193-198, doi: 10.3928/00904481-20090401-09.
- Lorusso A., Addante L., Capozzi L., Bianco A., Del Sambro L., Gallitelli M. E., Parisi A.: Isolation of *Yersinia pseudotuberculosis* in bovine mastitis:

- A potential milk-borne hazard. *Ital. J. Food Saf.* 2021, 9, 8527, doi: 10.4081/ijfs.2020.8527.
31. Magro G., Rebolini M., Beretta D., Piccinini R.: Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* CC22-MRSA-IV as an agent of dairy cow intramammary infections. *Vet. Microbiol.* 2018, 227, 29-33, doi: 10.1016/j.vetmic.2018.10.021.
 32. Mosalagae D., Pfukenyi D. M., Matope G.: Milk producers' awareness of milk-borne zoonoses in selected smallholder and commercial dairy farms of Zimbabwe. *Trop. Anim. Health Prod.* 2011, 43, 733-739, doi: 10.1007/s11250-010-9761-5.
 33. Mylius M., Dreesman J., Pulz M., Pallasch G., Beyrer K., Claußen K., Allerberger F., Fruth A., Lang C., Prager R., Flieger A.: Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O103: H2 out-break in Germany after school trip to Austria due to raw cow milk, 2017 – The important role of international collaboration for outbreak investigations. *Int. J. Med. Microbiol.* 2018, 5, 539-544, doi: 10.1016/j.ijmm.2018.05.005.
 34. Mylonaki E., Seiberl M., Jones N., Bernhard H., Otto F., Pilz G., Trinko E., Wipfler P.: Tick-borne encephalitis virus RNA found in frozen goat's milk in a family outbreak. *Int. J. Mol. Sci.* 2022, 23, 11632, doi: 10.3390/ijms231911632.
 35. Napoleoni M., Villa L., Barco L., Busani L., Cibin V., Lucarelli C., Tiengo A., Dionisi A. M., Conti F., Da Silva Nunes F. R., Tantucci L., Staffolani M., Silenzi V., Fraticelli R., Morandi B., Blasi G., Rocchegiani E., Fisichella S.: A strong evidence outbreak of *Salmonella* Enteritidis in Central Italy linked to the consumption of contaminated raw sheep milk cheese. *Microorganisms* 2021, 9, 2464, doi: 10.3390/microorganisms9122464.
 36. Nawrotek P., Grygorcewicz B., Augustyniak A.: Zmiany w taksonomii γ -proteobacteria, modyfikacja nazwy rzędu Enterobacterales i nowe rodziny w obrębie Enterobacterales ord. nov. *Post. mikrobiol.* 2017, 56, 4, 465-469.
 37. Osman K. M., Samir A., Orabi A., Zolnikov T. R.: Confirmed low prevalence of *Listeria mastitis* in she-camel milk delivers a safe, alternative milk for human consumption. *Acta Trop.* 2014, 130, 1-6, doi: 10.1016/j.actatropica.2013.10.001.
 38. Rabaza A., Macías-Rioseco M., Fraga M., Uzal F. A., Eisler M. C., Riet-Correa F., Giannitti F.: *Coxiella burnetii* abortion in a dairy farm selling artisanal cheese directly to consumers and review of Q fever as a bovine abortifacient in South America and a human milk-borne disease. *Braz. J. Microbiol.* 2021, 52, 2511-2520, doi: 10.1007/s42770-021-00593-1.
 39. Robinson E., Travanut M., Fabre L., Larréché S., Ramelli L., Pascal L., Guinard A., Vincent N., Calba C., Meurice L., Le Thien M. A., Fourgere E., Jones G., Fournet N., Smith-Palmer A., Brown D., Le Hello S., Pardos de la Gandara M., Weill F. X., Jourdan-Da Silva N.: Outbreak of *Salmonella* Newport associated with internationally distributed raw goats' milk cheese, France, 2018. *Epidemiol. Infect.* 2020, 148, e180, doi: 10.1017/S0950268820000904.
 40. Rokosz N., Rastawicki W., Wołkiewicz T.: Mikrobiologiczna diagnostyka zakażeń wywołanych przez pałeczki *Campylobacter jejuni* i *Campylobacter coli* u ludzi. *Postępy Hig. Med. Dosw. (online)* 2014, 68, 48-56, doi: 10.5604/17322693.1086079.
 41. Rola J. G., Korpysa-Dzirba W., Czubkowska A., Osek J.: Prevalence of enterotoxin genes and antimicrobial resistance of coagulase-positive staphylococci recovered from raw cow milk. *J. Dairy Sci.* 2015, 98, 4273-8, doi: 10.3168/jds.2014-9064.
 42. Sato T., Usui M., Konishi N., Kai A., Matsui H., Hanaki H., Tamura Y.: Closely related methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolates from retail meat, cows with mastitis, and humans in Japan. *PLoS One* 2017, 12, e0187319, doi: 10.1371/journal.pone.0187319.
 43. Skowron K., Walecka-Zacharksa E., Grudlewska K., Wiktorczyk N., Kaczmarek A., Gryń G., Kwiecińska-Piróg J., Juszczyk K., Paluszak Z., Kosek-Paszkowska K., Gospodarek-Komkowska E.: Characteristics of *Listeria monocytogenes* strains isolated from milk and humans and the possibility of milk-borne strains transmission. *Pol. J. Microbiol.* 2019, 68, 353-369, doi: 10.33073/pjm-2019-038.
 44. Ung A., Baidjoe A. Y., Van Cauteren D., Fawal N., Fabre L., Guerrisi C., Danis K., Morand A., Donguy M. P., Lucas E., Rossignol L., Lefèvre S., Vignaud M. L., Cadel-Six S., Lailler R., Jourdan-Da Silva N., Le Hello S.: Disentangling a complex nationwide *Salmonella* Dublin outbreak associated with raw-milk cheese consumption, France, 2015 to 2016. *Euro Surveill.* 2019, 24, 1700703, doi: 10.2807/1560-7917.ES.2019.24.3.1700703.
 45. Wang R., Li L., Huang T., Huang Y., Huang W., Yang X., Lei A., Chen M.: Phylogenetic, comparative genomic and structural analyses of human *Streptococcus agalactiae* ST485 in China. *BMC Genomics* 2018, 9, 716, doi: 10.1186/s12864-018-5084-0.
 46. Weiner M.: Shigatoksyne enterokrwotoczne szczepy *Escherichia coli* – nowe czy dobrze znane zagrożenie? *Życie Wet.* 2011, 86, 507-514.
 47. Zeinhom M. M. A., Abdel-Latef G. K., Corke H.: Prevalence, characterization, and control of *Campylobacter jejuni* isolated from raw milk, cheese, and human stool samples in Beni-Suef Governorate, Egypt. *Foodborne Pathog. Dis.* 2021, 18, 322-330, doi: 10.1089/fpd.2020.2895.

Autor korespondencyjny: dr hab. Henryk Krukowski, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin; e-mail: henryk.krukowski@up.lublin.pl