

# Bacillus cereus – istotny czynnik zatruc pokarmowych u ludzi

ANNA CZUBKOWSKA, JOLANTA G. ROLA, JACEK OSEK

Zakład Higieny Żywności Pochodzenia Zwierzęcego,  
Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach, Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy

Czubkowska A., Rola J. G., Osek J.

## Bacillus cereus: an important factor in food poisoning in humans

### Summary

*B. cereus* is a Gram-positive, relatively anaerobic, rod-shaped pathogen, which has the ability to produce endospores. This microorganism is widespread in the environment, from which it can pass into raw materials and all food products, including milk. The endospores of the enterotoxigenic strains of *B. cereus* often occur in dehydrated food, such as milk powder and infant formula. Therefore, the presence of this microorganism in products for infants is controlled. Because of the psychrotrophic properties of many *B. cereus* strains, the bacteria are able to grow at a cooling temperature and therefore may reduce the stability of milk and dairy products. *B. cereus* may cause food poisoning by producing enterotoxins. There are two types of poisoning caused by *B. cereus*: diarrheal and vomiting. The first form of poisoning can be caused by two different toxins: hemolytic enterotoxin HBL and non-hemolytic enterotoxin NHE, produced by bacteria in the small intestine. The vomiting poisoning is caused by food that already contains the emetic toxin: cereulide. In newborns and immunocompromised patients, these bacteria can also cause serious systemic infections unrelated to the gastrointestinal tract. It is difficult to estimate the number of cases of *B. cereus* infections and to compare these numbers for different countries because keeping such records is not legally required.

**Keywords:** *B. cereus*, enterotoxins, food infections, milk and milk products

*Bacillus cereus* jest Gram-dodatnią, ruchliwą, względnie beztlenową laseczką zdolną do wytwarzania endospor (20). Jest gatunkiem mezofilnym o optymalnej temperaturze wzrostu w granicach 25-35°C, jednak wiele szczepów wykazuje wzrost w szerokim zakresie temperatur od 2°C do nawet 50°C. *B. cereus* jest drobnoustrojem szeroko rozpowszechnionym w środowisku, skąd może przedostawać się do surowców i produktów spożywczych. Jest jednym z ważniejszych gatunków mikroorganizmów przetrwalnikujących występujących w mleku i produktach mlecznych, a także w środowisku jego pozyskiwania. Ze względu na psychrotrofowe właściwości wielu szczepów *B. cereus* jest w stanie namnażać się w temperaturze chłodniczej i tym samym może obniżać trwałość mleka i produktów mlecznych oraz wywoływać zatrucia pokarmowe wskutek wytwarzania enterotoksyn. Drobnoustrój ten do mleka dostaje się zarówno w formie komórek wegetatywnych, jak i endospor, które wykazują wysoką oporność na ekstremalne warunki środowiskowe (ogrzewanie, suszenie, zamrażanie, promieniowanie UV i gamma) (3, 8). Endospory *B. cereus* posiadają szczątkową

aktywność metaboliczną i potrafią przeżyć w takiej postaci wiele lat, stanowiąc ważny czynnik w zatruciach pokarmowych ludzi.

### Występowanie w mleku i produktach mlecznych

*B. cereus* jest organizmem, który potrafi dostosować się do bytowania w różnorodnych środowiskach. Niepożądanym zjawiskiem dla przemysłu mleczarskiego jest adaptacja psychrotrofowych szczepów *B. cereus* do wzrostu w coraz niższych temperaturach, przez co wpływa to na trwałość i jakość mleka. Wykazano, że drobnoustrój ten posiada zdolność namnażania się w mleku i produktach mlecznych oraz w środowisku jego pozyskiwania w szerokim zakresie temperatur, w tym do rozwoju w temperaturze 4°C. Stwierdzono również, że wśród szczepów pochodzących z mleka surowego przeważają izolaty o charakterze mezofilnym, zaś te wyosobnione z produktów mlecznych częściej wykazują charakter psychrotrofowy. Badania nad zdolnością psychrotrofowych szczepów *B. cereus* wyizolowanych z mleka surowego do wytwarzania hemolitycznej enterotoksyny HBL (hemolizyna BL) w niskiej

temperaturze wykazały, że przechowywanie mleka w środowisku poniżej 6°C do 7 dni uniemożliwia wytwarzanie enterotoksyny HBL, zaś 8°C nie jest temperaturą wystarczającą do zagwarantowania bezpieczeństwa zdrowotnego konsumenta.

Optymalne warunki dla rozwoju i selekcji psychrotrofowych szczepów *B. cereus* stwarza wydłużenie czasu przetrzymywania mleka w warunkach chłodniczych przy jednoczesnym stosowaniu w obróbce cieplnej temperatury powyżej 80°C, co pobudza kiełkowanie endospor. Istnieje pogląd, że podczas przechowywania mleka w obniżonej temperaturze, oprócz rozwoju szczepów wykazujących dużą tolerancję na niską temperaturę, zachodzi również selekcja i przystosowywanie się szczepów do nowych warunków, a co za tym idzie – nabywanie nowych cech genetycznych (21).

*B. cereus* może ograniczać trwałość mleka i produktów mlecznych wskutek uwalniania ciepłoopornych proteaz, indukujących enzymatyczną degradację kazeiny. Wyniki badań nad aktywnością proteolityczną psychrotrofowych szczepów *B. cereus* pochodzących z mleka i produktów mlecznych wskazują, że mikroorganizmy te mogą produkować proteazy oraz hydrolizować białka w temperaturze chłodniczej (7°C), a tym samym skracać okres przydatności mleka i jego przetworów (6).

### Żywność w proszku dla niemowląt

Endospory enterotoksycznych szczepów *B. cereus* często występują w odwodnionej żywności, m.in. w mleku w proszku i preparatach dla niemowląt. Po upłynięciu produktu i regeneracji przetrwalników istnieje ryzyko namnożenia się mikroorganizmów i wytworzenia toksyn, szczególnie podczas dłuższego przetrzymywania w temperaturze pokojowej (13, 18). Mikrobiologiczna trwałość takich produktów uwarunkowana jest niską zawartością wody, co uniemożliwia rozwój obecnych w nim mikroorganizmów, których liczba zależy od jakości surowca, temperatury pasteryzacji mleka oraz parametrów zagęszczania i suszenia. Im wyższa temperatura pasteryzacji, a co za tym idzie – niższa liczba komórek vegetatywnych, tym większa liczba endospor w produkcie (13).

Noworodki, ze względu na niski poziom odporności, są szczególnie narażone na zakażenie bakteriami *B. cereus* ewentualnie znajdującymi się w przeznaczony dla nich żywności. Żywność dla niemowląt coraz częściej zanieczyszczona jest przez te mikroorganizmy, co staje się przyczyną wielu układowych infekcji (19). W Niemczech w 1992 r. aż w 70% preparatów dla niemowląt stwierdzono obecność *B. cereus* na poziomie 600 jtk/g, podczas gdy w podobnym badaniu w latach 1982-1983 tylko 31% próbek dało wynik pozytywny (2).

*B. cereus* jest mikroorganizmem stanowiącym potencjalne zagrożenie dla zdrowia niemowląt, dlatego jego obecność w preparatach dla tej grupy konsumentów podlega kontroli. Wymagania dla jakości preparatów w proszku dla niemowląt oraz żywności dietetycznej

w proszku specjalnego przeznaczenia medycznego, stosowanej w żywieniu niemowląt do szóstego miesiąca życia są uregulowane prawnie. Kryteria oceny ujęto w Rozporządzeniu Komisji (WE) Nr 1441/2007 z dnia 5 grudnia 2007 r. (18), które podaje jako metodę referencyjną oznaczenie liczby przypuszczalnych *B. cereus* według normy EN-ISO 7932 (16). Zgodnie z wymaganiami określonymi w tym rozporządzeniu, liczba *B. cereus* w powyższych produktach nie powinna być wyższa niż 50 jtk/g.

### Źródła zanieczyszczeń mleka i produktów mlecznych

Zanieczyszczenie mleka przez *B. cereus* następuje głównie podczas i po doju, szczególnie przy nieprzestrzeganiu higieny. Bakterie te powszechnie występują w trawie, ściółce, paszach, nawozach oraz kale (11). Pierwotnym źródłem zanieczyszczenia jest gleba, gdzie liczba komórek vegetatywnych *B. cereus* wynosi  $10^3$ - $10^7$  jtk/g, a endospor  $10^2$ - $10^5$  jtk/g. Endospory z gleby dostają się do paszy i do przewodu pokarmowego zwierząt, skąd przechodzą do kału, z którym łatwo zanieczyszczają powierzchnię strzyków, a następnie mleko. Do zanieczyszczenia może również dochodzić w wyniku stosowania brudnego sprzętu do doju i przetrzymywania mleka w nieodpowiednich warunkach (11, 22). Przetrwalniki *B. cereus* posiadają silne właściwości adhezyjne, dzięki czemu mogą utrzymywać się na powierzchni różnego rodzaju urządzeń wykorzystywanych w gospodarstwach i zakładach mleczarskich, a ze względu na wysoką oporność na środki dezynfekcyjne są trudne do usunięcia. Powszechne występowanie *B. cereus* w miejscu pozyskiwania mleka stwarza duże trudności w zabezpieczeniu mleka przed zanieczyszczeniem tym drobnoustrojem. Ograniczenie tego problemu możliwe jest jedynie dzięki odpowiedniemu przestrzeganiu higieny doju.

### Chorobotwórczość *B. cereus*

Laseczki *B. cereus* namnażające się w produktach mlecznych mogą stać się przyczyną ostrych zatruc pokarmowych. Objawy kliniczne tych zatruc – wymioty lub biegunka – związane są z rodzajem toksyny wytwarzanej przez dany szczep. Dotychczas scharakteryzowano hemolityczną enterotoksynę HBL i niehemolityczną enterotoksynę NHE, a także enterotoksyny T i FM, cytotoksynę K oraz cereulidynę. *B. cereus* posiada również zdolność produkcji szeregu enzymów o charakterze toksyn, takich jak: fosfolipazy C, cereolizyny, hemolizyny oraz sfingomielinazę (3).

Biegunkowa postać zatruc pokarmowych powodowanych przez *B. cereus* może być wywołana dwiema różnymi białkowymi toksynami: hemolityczną enterotoksyną HBL i niehemolityczną enterotoksyną NHE. Obie toksyny wytwarzane są w jelicie cienkim człowieka (optymalna temperatura dla produkcji enterotoksyn to 37°C), w logarytmicznej fazie wzrostu bakterii. Enterotoksyna HBL złożona jest z trzech białkowych

komponentów: B, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>. Wszystkie białka ulegają transkrypcji z jednego operonu hbl znajdującego się w niestabilnej części chromosomu *B. cereus*, składającego się z genów hblA, hblC oraz hblD kodujących, odpowiednio, białka B, L<sub>2</sub>, L<sub>1</sub> (3-5, 12, 15). Enterotoksyna HBL podobna jest do toksyn produkowanych przez *Escherichia coli* i *Vibrio cholerae* – każda z nich wpływa na przepuszczalność naczyń włosowatych i stymuluje system cykloazy adenylozylowa – cykliczny adenyzy-nomonofosforan w komórkach nabłonka jelitowego, powodując sekrecję płynów w jelitach, efektem czego jest wodnista biegunka (3, 14). Enterotoksyna NHE również składa się z trzech podjednostek białkowych: NheA, NheB i NheC (3, 5, 15). Zatrucia typu biegunkowego w dużej mierze zależą od przeżywalności *B. cereus* w przewodzie pokarmowym, na którą wpływają: niskie pH żołądka, obecność enzymów trawiennych i żółci oraz występowanie naturalnej mikroflory w dolnych odcinkach przewodu pokarmowego.

Enterotoksyna powodująca zatrucia typu wymiotnego (cereulidyna) jest pierścieniowym, niskocząsteczkowym związkiem białkowym o masie cząsteczkowej 1,2 kDa (3, 4, 12). Toksyna ta produkowana jest w późnej fazie logarytmicznej oraz podczas stacjonarnej fazy wzrostu bakterii i wydzielana na zewnątrz komórek bakteryjnych. Jej ilość zależy od składu środowiska wzrostu, temperatury, pH oraz dostępności tlenu. Optymalna temperatura wytwarzania cereulidyny to 21°C, powyżej 35°C produkcja toksyny jest znikoma. Udowodniono, iż cereulidyna tworzona jest przez enzymatyczny kompleks nierybosomalnej syntetazy peptydowej (system NRPS). Kompleks ten występuje u wszystkich szczepów *B. cereus* i wykazuje wysokie podobieństwo w sekwencji nukleotydowej u szczepów emetycznych i nieemetycznych (3). Toksyna wymiotna jest jedną z najbardziej opornych na działanie czynników zewnętrznych enterotoksyn – jest stabilna w temperaturze 121°C przez 90 min. oraz w pH 2-11 przez 2 godz. Ponadto nie jest wrażliwa na działanie enzymów trawiennych: trypsyny i pepsyny, stąd istnieje duże prawdopodobieństwo, że dostaje się do dalszej części układu pokarmowego w niezmienionej formie (3, 9). Wymioty są wynikiem połączenia toksyny z receptorem 5 – HT<sub>3</sub> oraz stymulacji dośrodkowego nerwu błędnego (4, 9, 15). Cereulidyna odpowiada także za hamowanie oksydacji kwasów tłuszczowych w mitochondriach hepatocytów wątrobowych, prowadzącej do uszkodzenia wątroby, wykazuje również działanie hamujące na cytotoksyczne komórki NK, wpływając tym samym na działanie układu immunologicznego (3, 9).

Inwazyjność *B. cereus* wiąże się z hydrofobowością i zdolnością adhezji do komórek nabłonka jelitowego zewnętrznych struktur komórkowych (błona cytoplazmatyczna, ściana komórkowa, warstwa S). Przyczepione endospory mogą kiełkować w środowisku jelita cienkiego, tworząc formy wegetatywne produkujące toksyny bezpośrednio w miejscu docelowym (3, 9).

### Objawy kliniczne zakażeń wywołanych przez *B. cereus*

Zatrucia typu biegunkowego spowodowane są wprowadzeniem do organizmu komórek *B. cereus* (najczęściej endospor) wraz z zanieczyszczoną żywnością – dawka infekcyjna powodująca ten typ zatruc wynosi 10<sup>3</sup>-10<sup>7</sup> jtk/g (3). Choroba zazwyczaj charakteryzuje się bólami brzucha i wodnistą biegunką (podobnie jak zatrucia na tle *Clostridium perfringens*) występującą po 8-16 godz. po spożyciu zanieczyszczonego pokarmu. Objawy te utrzymują się ok. jednej doby i są skutkiem działania enterotoksyny uwalnianej przez *B. cereus* w jelicie cienkim gospodarza, która, aktywując cyklazę adenylozylową, powoduje wzmożoną sekrecję płynów w jelicie (3, 9, 14). Biegunkowa postać zatrucia pokarmowego powodowanego przez *B. cereus* wynika głównie ze spożycia zanieczyszczonego mleka i produktów mlecznych oraz mięsa, warzyw i sosów (3).

Zatrucia typu wymiotnego powodowane są spożyciem pokarmu zawierającego już toksynę. Liczba komórek *B. cereus* zdolna zsyntetyzować ilość enterotoksyny konieczną do wywołania objawów chorobowych wynosi 10<sup>5</sup>-10<sup>8</sup> jtk/g (3, 12, 15). Pierwsze objawy kliniczne występują po 0,5-6 godz. od spożycia zanieczyszczonej toksyną żywności i trwają od 6 do 24 godz. Najczęstsze symptomy towarzyszące tej postaci zatrucia to nudności, wymioty oraz ostre skurczowe bóle brzucha, rzadziej niewydolność wątroby (3, 14). Zatrucia pokarmowe powodowane przez *B. cereus* zazwyczaj są krótkim procesem chorobowym o łagodnym przebiegu, w trakcie którego zalecane jest leczenie objawowe.

Bakterie te mogą także powodować ciężkie zakażenia narządowe, niezwiązane z układem pokarmowym. W ostatnich latach wzrasta znaczenie *B. cereus* jako drobnoustroju oportunistycznego u noworodków oraz pacjentów z obniżoną odpornością, u których mogą stanowić przyczynę zachorowań o bardzo ciężkim przebiegu. Są to m.in.: zakażenie oczu, zapalenie wsierdzia, zapalenie płuc, opon mózgowych, bakteriemia, a także zakażenia ran powypadkowych i pooperacyjnych (3, 14). *B. cereus* może stać się również przyczyną zakażeń ośrodkowego układu nerwowego u niemowląt, które cechuje wysoki wskaźnik śmiertelności (7). Interesującym przypadkiem chorobowym wywołanym przez te mikroorganizmy jest ostre zapalenie płuc u osób z upośledzoną odpornością przypominające zakażenie wagiłkiem. Choroba ta została opisana u czterech pacjentów w USA. Wszystkie wyizolowane szczepy *B. cereus* zawierały geny plazmidu pXO1 *B. anthracis*, co wskazuje na niebezpieczeństwo przenoszenia genów warunkujących produkcję silnych toksyn do gatunków względnie chorobotwórczych (14).

### Epidemiologia zatruc pokarmowych na tle *B. cereus*

W Polsce nie prowadzi się ewidencji zachorowań na tle *B. cereus*. Od wielu lat próbki pochodzące z ognisk

zatruc pokarmowych badane są rutynowo jedynie w kierunku SS (*Salmonella*, *Shigella*), co uniemożliwia identyfikację właściwego czynnika etiologicznego (1). W 1997 r. wprowadzono w Polsce zasady rejestracji chorób zakaźnych i zakażeń pokarmowych, zgodnie z Międzynarodową Statystyczną Klasyfikacją Chorób, Urazów i Przyczyn Zgonów (ICD-10). Według tej klasyfikacji, zatrucia pokarmowe spowodowane przez *B. cereus* zalicza się do zakażeń wywołanych przez „inne bakterie, w tym *Vibrio parahaemolyticus* i *Bacillus cereus*” (17). W latach 2003-2007 przeciętnie 110 przypadków bakteryjnych zatruc pokarmowych zaklasyfikowano jako spowodowane przez „inne bakterie” (w tym *B. cereus*). W 2008 r. liczba zachorowań wynosiła, odpowiednio, 142 przypadki, a w 2009 r. – 306 (1). Należy jednak podkreślić, że wartości te mogą być dużo wyższe, gdyż zatrucia pokarmowe wywołane przez enterotoksyczne szczepy *B. cereus* charakteryzują się stosunkowo łagodnym przebiegiem, przez co wiele przypadków chorobowych nie jest zgłaszanych, przyczyniając się do zaniżenia danych epidemiologicznych.

Porównanie skali infekcji spowodowanych przez *B. cereus* w różnych krajach jest trudne z uwagi na nieobowiązkowy charakter takiej ewidencji (3). Według danych CDC (Centre for Disease Control and Prevention, USA), w latach 1998-2002 liczba zachorowań spowodowanych tym drobnoustrojem wynosiła mniej niż 1% ogniskowych zatruc pokarmowych (10). Dostępne dane pochodzące z Europy wskazują, iż w latach 1999-2000 w większości analizowanych krajów odnotowano 1 lub 2 ogniska zachorowań spowodowanych zatruciem *B. cereus*, jednak liczba ta może się różnić w zależności od kraju. Według danych WHO (23), znacznie więcej ognisk zachorowań na tym tle odnotowano w Norwegii (7 ognisk), Holandii (14) i na Węgrzech (24). W latach 1973-1985 *B. cereus* spowodował 17,8% bakteryjnych zatruc pokarmowych w Finlandii, 11,5% w Holandii, 0,8% w Szkocji, 0,7% w Anglii i Walii, 2,2% w Kanadzie, 0,7% w Japonii (9). Rodzaj zatruc wywołanych przez *B. cereus* różni się w zależności od kraju, np. w Europie i USA najczęściej dochodzi do infekcji typu biegunkowego, zaś w Japonii dominuje typ wymiotny (3, 9).

### Podsumowanie

Obecność *B. cereus* w mleku i produktach mlecznych stanowi poważny problem w przemyśle mleczarskim. Powszechne występowanie tych bakterii w środowisku pozyskiwania mleka stwarza duże trudności w zabezpieczeniu tego surowca przed zanieczyszczeniem. Dlatego też należy dążyć do zminimalizowania liczby *B. cereus* w mleku surowym poprzez rygorystyczne przestrzeganie higieny doju oraz przetrzymywanie mleka w odpowiednich warunkach. *B. cereus* jest mikroorganizmem stanowiącym potencjalne zagrożenie zdrowia niemowląt, z tego powodu szczególnie istotna jest surowa kontrola mikrobiologiczna surowca wykorzystywanego do produkcji preparatów w proszku dla

niemowląt, jak również gotowego produktu. Zatrucia pokarmowe wywołane przez szczepy *B. cereus* zazwyczaj charakteryzują się łagodnym przebiegiem, jednak u noworodków i osób z obniżoną odpornością infekcje tym drobnoustrojem mogą prowadzić do ciężkich zakażeń. Oszacowanie liczby zachorowań na tle *B. cereus* oraz ocena ryzyka infekcji wywołanych przez ten drobnoustrój są trudne ze względu na brak w wielu krajach odpowiedniego systemu raportowania.

### Piśmiennictwo

1. *Baumann-Popczyk A., Sadkowska-Todys M.*: Zatrucia i zakażenia pokarmowe w Polsce w 2009 roku. *Przegl. Epidemiol.* 2011, 65, 227-234.
2. *Becker H., Schaller G., Wiese W., Terplan G.*: *Bacillus cereus* in infant foods and dried milk products. *Int. J. Food Microbiol.* 1994, 23, 1-15.
3. *Bednarczyk A., Dackowska-Kozon E.*: Czynniki patogenności bakterii z grupy *Bacillus cereus*. *Post. Mikrobiol.* 2008, 47, 51-63.
4. *Granum P. E., Lund T.*: *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiol. Lett.* 1997, 157, 223-228.
5. *Guinebretière M., Broussolle V., Nguyen-The C.*: Enterotoxigenic profiles of food-poisoning and food-borne *Bacillus cereus* strains. *J. Clin. Microbiol.* 2002, 40, 3053-3056.
6. *Hanamant P. S., Bansilal G. M.*: Proteolytic psychrotrophic *Bacillus cereus* from milk and fermented milk products. *J. Environ. Res. Develop.* 2012, 6, 660-666.
7. *Horii T., Tamai K., Notake S., Yanagisawa H.*: *Bacillus cereus* bloodstream infection in a preterm neonate complicated by late meningitis. *Case Report Inf. Dis.* 2012, 1-3.
8. *Jääskeläinen E.*: Assessment and control of *Bacillus cereus* emetic toxin in food. Dissertation, University of Helsinki 2008.
9. *Kotiranta A., Lounatmaa K., Haapasalo M.*: Epidemiology and pathogenesis of *Bacillus cereus* infection. *Microb. Inf.* 2000, 2, 189-198.
10. *Lynch M., Painter J., Woodruff R., Braden C.*: Surveillance for foodborne-disease outbreaks – United States, 1998-2002. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 2006, 55, 1-34.
11. *Magnusson M., Christiansson A., Svensson B.*: *Bacillus cereus* spores during housing of dairy cows: Factors affecting contamination of raw milk. *J. Dairy Sci.* 2007, 90, 2745-2754.
12. *McKillop J. L.*: Prevalence and expression of enterotoxins in *Bacillus cereus* and other *Bacillus* spp., a literature review. *Antonie van Leeuwenhoek* 2000, 77, 393-399.
13. *Molska I.*: Niektóre problemy jakości mikrobiologicznej mleka w proszku. *Przegl. Mlecz.* 1998, 8, 229-232.
14. *Murray P. R., Rosenthal K. S., Pfaffler M. A.*: *Medical Microbiology*. Elsevier Inc., Philadelphia 2009, 241-246.
15. Opinion of the scientific Panel on Biological Hazards on *Bacillus cereus* and other *Bacillus* spp. in foodstuffs. *EFSA J.* 2005, 175, 1-48.
16. PN-EN ISO 7932 Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby przypuszczalnych *B. cereus*. Metoda liczenia koloni w temp. 30°C.
17. *Przybylska A.*: Zatrucia i zakażenia pokarmowe w 2000 roku. *Przegl. Epidemiol.* 2002, 56, 293-304.
18. 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.
19. *Shaheen R., Andersson M., Apetroaie C., Schulz A., Ehling-Schulz M., Ollilainen V., Salkinoja-Salonen M.*: Potential of selected infant food formulas for production of *Bacillus cereus* emetic toxin, cereulide. *Int. J. Food Microbiol.* 2006, 107, 287-294.
20. *Sneath P. H. A., Mair N. S., Sharpe M. E., Holt J. G.* (red.): *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. T. 2. Williams and Wilkins, Baltimore 1986, 1104-1139.
21. *Te Giffel M. C., Beumer R. R., Granum P. E., Rombouts F. M.*: Isolation and characterization of *Bacillus cereus* from pasteurized milk in household refrigerators in the Netherlands. *Intern. J. Food Microbiol.* 1997, 34, 307-3018.
22. *Vissers M. M. M., Giffel M. C., Driehuis F., Jong P., Lankveld J. M. G.*: Predictive modeling of *Bacillus cereus* spores in farm tank milk during grazing and housing periods. *J. Dairy Sci.* 2007, 90, 281-292.
23. WHO, Surveillance Programme for Control of Foodborne Infection and Intoxications in Europe, 8<sup>th</sup> report 1999-2000.

Adres autora: dr Jolanta G. Rola, Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy; e-mail: jolarola@piwet.pulawy.pl