

# Cronobacter sakazakii – charakterystyka i znaczenie w mikrobiologii żywności

MACIEJ SOSNOWSKI, ANNA CZUBKOWSKA, WERONIKA KORPYSA-DZIRBA, MONIKA OSTROWSKA, JOLANTA GRAŻYNA ROLA, JACEK OSEK

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

Otrzymano 21.10.2013

Zaakceptowano 05.08.2014

Sosnowski M., Czubkowska A., Korpysa-Dzirba W., Ostrowska M., Rola J. G., Osek J.  
**Cronobacter sakazakii – characteristics and significance in food microbiology**

## Summary

*Cronobacter sakazakii* has been separated from *Enterobacter cloacae*. They are present in the environment and a wide variety of foods. Their presence in milk and infant formulas is a particular threat. Newborns, infants and immunocompromised adults are exposed to the infections caused by *C. sakazakii*. The bacteria are responsible for rare but life-threatening cases of sepsis, necrotizing enterocolitis, and purulent meningitis. They are usually sensitive to ampicillin, tetracycline, chloramphenicol, gentamicin, and third-generation cephalosporins; however, some strains are resistant to many antibiotics and a constant increase in antibiotic resistance is observed. *C. sakazakii* infections are more common in newborns and infants. The mortality caused by the presence of *C. sakazakii* is high and ranges from 40-80%. The mechanisms of virulence of this species are still in the research stage.

**Keywords:** *Cronobacter sakazakii*, milk and milk products, food infections

*Cronobacter sakazakii* zaliczany jest do rodziny *Enterobacteriaceae*, do której należą bakterie wywołujące najczęściej na świecie zatrucie pokarmowych u ludzi, prowadzących często do poważnych powikłań zdrowotnych, a nawet do śmierci zakażonych osób (4). Drobnoustroje te izolowano z różnych środowisk, w tym z wielu rodzajów żywności pochodzenia zwierzęcego i roślinnego. Zakażenia tymi bakteriami są szczególnie niebezpieczne dla wcześniaków oraz noworodków i niemowląt z niską masą urodzeniową i obniżoną odpornością. W grupie ryzyka znajdują się również osoby dorosłe z zaburzeniami układu immunologicznego. Dużą podatność na infekcje obserwuje się też u dzieci matek zakażonych wirusem HIV, ponieważ są one zazwyczaj sztucznie karmione (2, 19, 22).

Bakterie te opisano początkowo jako Gram-ujemne, tlenowe lub względnie beztlenowe pałeczki, wytwarzające żółto-złoty pigment na agarze odżywczym i nazwano *Enterobacter cloacae* (14, 35). Ponad 30 lat temu mikroorganizmy te wyodrębniono jako nowy gatunek – *Enterobacter sakazakii*, a następnie ponownie sklasyfikowano. Według aktualnej systematyki należą do rodzaju *Cronobacter* (5, 14, 37). O pierwszych śmiertelnych przypadkach zakażeń noworodków *C. sakazakii*, związanych z zapaleniem opon mózgowo-rdzeniowych i martwiczym zapaleniem jelit, doniesiono w 1961 r.

Od tego czasu wielokrotnie informowano o chorobotwórczości tego drobnoustroju. Najczęstszymi źródłami infekcji były preparaty do żywienia niemowląt i mleko w proszku, ale bakterie te wykrywano również w innych produktach (2).

## Taksonomia i charakterystyka

*C. sakazakii* został wyodrębniony z gatunku *E. cloacae* na podstawie różnic w sekwencji DNA (homologia DNA szczepów wytwarzających pigment i nieposiadających tej zdolności w obrębie rodzaju była niższa niż 50%), zdolności do wytwarzania żółtego barwnika, biotypu i wrażliwości na antybiotyki (37). Swoją nazwę bakterie te zawdzięczają japońskiemu mikrobiologowi Riichi Sakazakii, badającemu czynniki zapalenia opon mózgowo-rdzeniowych u człowieka. Jako przedstawiciele rodziny *Enterobacteriaceae* są ruchliwymi, nieprzetrawialnikującymi, Gram-ujemnymi pałeczkami, posiadającymi zdolność fermentowania glukozy. Drobnoustroje te mają jednak szereg cech różniących je od pozostałych gatunków rodzaju *Enterobacter*: brak zdolności fermentacji D-sorbitolu (z wyjątkiem niektórych szczepów) i wytwarzanie zewnątrzkomórkowej dezoksyrybonukleazy. *C. sakazakii* wytwarza  $\alpha$ -glukozydazę, co umożliwia mu wzrost na pożywkach zawierających 4-nitrofenylo- $\alpha$ -D-glukopiranozyd.

Test na wytwarzanie tego enzymu jest polecany jako dodatkowe potwierdzenie przy wykrywaniu tych drobnoustrojów w celu uniknięcia wyników fałszywie dodatnich (14, 37).

Badania sekwencji genu 16S rRNA różnych szczepów wewnątrz gatunku *E. sakazakii* pozwoliły wyodrębnić 6 grup genomowych, dlatego też zaproponowano stworzenie nowego rodzaju – *Cronobacter*, umiejscowionego w obrębie rodziny *Enterobacteriaceae*. Wyróżniono następujące gatunki: *C. sakazakii*, *C. turicensis*, *C. muytjensii*, *C. malonaticus*, *C. dublinensis* (szósty gatunek nie posiada jeszcze nazwy). Profile fenotypowe dla poszczególnych gatunków i podgatunków w obrębie rodzaju *Cronobacter* określono na podstawie 14 cech biochemicznych: wykorzystania dulcitolu, laktulozy, maltitolu, palatynozy, putrescyny, melecytozy, turanozy, mioinozytolu, trans-akonitanu, cis-akonitanu, 1-0-metylo- $\alpha$ -D-glukopiranozydu, 4-aminomaślanu jako jedynego źródła węgla, malonianu oraz wytwarzania indolu z tryptofanu (18).

### **Źródła zanieczyszczeń i występowanie w produktach spożywczych**

Pałeczki *C. sakazakii* są powszechnie obecne w środowisku naturalnym w wodzie, glebie i ściekach. Występują także w szerokiej gamie produktów spożywczych, takich jak: mleko, mleko w proszku, sery, warzywa, mięso, wędliny, ryby, ryż, herbata oraz różnego rodzaju przyprawy (6, 17, 22, 30, 37). Mimo iż mikroorganizmy te występują w różnych rodzajach żywności, zakażenie nimi stanowi szczególne zagrożenie dla niemowląt do 6. miesiąca życia. Źródłem infekcji niemowląt *C. sakazakii* jest mleko w proszku oraz preparaty mlekozastępcze do początkowego żywienia (33). Omawiane drobnoustroje mogą być obecne w surowcach wykorzystywanych do produkcji tych preparatów, dlatego szczególnie ważna jest właściwa kontrola mikrobiologiczna zarówno surowca, jak i gotowego produktu. Do zanieczyszczenia może dojść również podczas produkcji, najczęściej w czasie suszenia oraz napełniania opakowań, w związku z tym powinno być stale monitorowane środowisko produkcyjne oraz przestrzegane wymagania technologiczne (6). Obowiązek kontroli na obecność *C. sakazakii* preparatów w proszku dla niemowląt oraz żywności dietetycznej w proszku specjalnego przeznaczenia medycznego, stosowanej w żywieniu niemowląt do szóstego miesiąca życia wprowadza Rozporządzenie Komisji (WE) 2073/2005 z dnia 15 listopada 2005 r. z późniejszymi zmianami, zgodnie z którym bakterie te nie mogą być obecne w 10 g żadnego z wyżej wymienionych produktów. Kryterium dotyczy produktów wprowadzanych do obrotu w ciągu okresu przydatności do spożycia i określa liczbę badanych próbek  $n = 30$ , liczbę próbek dodatnich  $c = 0$  (28).

*C. sakazakii* wyizolowany został również z wewnętrznej powierzchni butelek używanych do karmienia oraz mikserów, w których był przygotowywany pokarm. Wykazano, że mikroorganizmy te posiadają zdolność

adhezji do plastiku, lateksu, poliwęglanów oraz stali nierdzewnej, tworząc na tych powierzchniach biofilm (5, 37).

Obecność *C. sakazakii* stwierdzono także w środowisku szpitalnym, w szczególności na oddziałach położniczych, a także w różnorodnych próbkach klinicznych, m.in. płynie mózgowo-rdzeniowym, szpiku kostnym, krwi, moczu, płwocinach, w wysięku z objętego stanem zapalnym wyrostka robaczkowego (37).

W raportach RASFF (Rapid Alert System for Food and Feed) w 2009 r. opisano 6 meldunków dotyczących obecności *Cronobacter* w żywności, z których jeden pochodził z Polski. Dotyczył on występowania bakterii w produktach dla niemowląt (33, 34). Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) w 2010 r. doniósł o 9 przypadkach wykrycia bakterii *C. sakazakii* w żywności. Osiem z nich, pochodzących z Estonii, Hiszpanii i Niemiec, dotyczyło preparatów mlecznych dla niemowląt. Stanowiło to 0,6% przebadanych w tym kierunku próbek odżywek mlecznych dla dzieci i 0,4% wszystkich próbek. W 2011 r. odnotowano jeden przypadek obecności tego drobnoustroju, również w produkcie dla niemowląt, pochodzącym ze Słowacji (8, 9).

W Polsce publikuje się coraz więcej wyników badań ukierunkowanych na ocenę ryzyka zanieczyszczenia żywności przeznaczonej dla niemowląt przez *C. sakazakii*. W pracy Stankiewicz w żadnej z 40 próbek gotowych produktów dla niemowląt, pochodzących z sieci handlowych, nie stwierdzono obecności tego drobnoustroju (31). Badania przeprowadzone przez Ścieżyńską i wsp. (33) również nie wykazały tego patogenu w 125 próbkach preparatów do początkowego żywienia niemowląt. Maćkiw i wsp. (22) także nie stwierdzili obecności *C. sakazakii* w żadnej z 45 próbek preparatów dla niemowląt. Wyniki te świadczą o wysokiej jakości mikrobiologicznej produktów przeznaczonych do żywienia niemowląt w Polsce oraz zachowaniu odpowiedniej higieny ich produkcji.

### **Przeżywalność i wzrost**

*C. sakazakii* posiada zdolność do przeżycia w produktach o niskiej aktywności wody i w różnych zakresach temperatury. Najniższa temperatura, w której udokumentowano wzrost drobnoustroju, mieściła się w przedziale 5,5-8,0°C, najwyższa wynosiła od 41°C do 45°C (13).

Badania Beuchat i wsp. (2) wskazują na znaczną przeżywalność tych bakterii w sproszkowanych preparatach żywnościowych dla niemowląt, wynoszącą nawet 12 miesięcy przy aktywności wody 0,25 i temperaturze 4°C. Wykazano natomiast spadek przeżywalności wraz ze wzrostem temperatury przechowywania. W produktach żywnościowych o wysokiej aktywności wody nie stwierdzono zmniejszenia liczby bakterii do 14. dnia, w przypadku niektórych rodzajów produktów w proszku drobnoustroje te wykrywano nawet po czterech tygodniach (2, 20).

Badania nad wzrostem różnych szczepów *C. sakazakii* w rekonstruowanym mleku dla niemowląt dowo-

dzą, iż ich rozwój następuje w temperaturze powyżej 4°C. W temperaturze 10°C czas generacji drobnoustroju wyniósł 3,64 godzin, a wraz ze wzrostem temperatury do 25°C spadał do 49,75 min. Zdolność szczepów *Cronobacter* do szybkiego namnażania się w temperaturze pokojowej zwiększa ryzyko infekcji, które rośnie wraz z czasem przechowywania. Dowiedziono, iż po 6 godzinach w temperaturze 25°C, ryzyko zakażenia wzrasta trzydziestokrotnie, a po 10 godzinach – aż 30 000 razy (13), dlatego upłynnione mleko w proszku powinno być spożywane natychmiast lub przechowywane w temperaturze poniżej 5°C do momentu spożycia. Bakterie *Cronobacter* nie przeżywiają procesu obróbki termicznej stosowanej podczas produkcji preparatów dla niemowląt, a ich obecność spowodowana jest zanieczyszczeniem wtórnym produktu (13).

### Chorobotwórczość

*C. sakazakii* odpowiada za rzadkie, lecz zagrażające życiu niemowląt przypadki posocznicy, martwiczego zapalenia jelit, ropnego zapalenia opon mózgowo-rdzeniowych. Te ostatnie u jednej trzeciej pacjentów objawiały się wystającym ciemączkiem, konwulsjami, drgawkami i wzrostem obwodu czaszki. Tomografia komputerowa, weryfikująca podejrzenia infekcji *C. sakazakii*, w większości przypadków wykazywała nieprawidłowości, w tym zmiany torbielowate, ropnie, gromadzenie płynów, rozszerzenie komór i zawały mózgu (25). W 94% przypadków u dzieci, które przeżyły zapalenie opon mózgowych wywołane przez *C. sakazakii*, choroba pozostawiała nieodwracalne powikłania w postaci zaburzeń neurologicznych, takich jak: wodogłowie, niedowład kończyn, zaburzenia wzroku i słuchu (11).

Pierwsze dwa przypadki zapalenia opon mózgowych u noworodków, spowodowane obecnością *C. sakazakii* (wówczas *E. cloacae*) udokumentowano w 1958 r. w Anglii (5, 35). W 1979 r. Monroe i Tift (23) stwierdzili pierwszy raz bakterię u noworodka, sześć lat później w Grecji wykazano posocznicę u przedwcześnie urodzonego dziecka (1). Iversen i Forsythe (17) donieśli, że na całym świecie, w latach 1958-2003 udokumentowano co najmniej 76 zachorowań noworodków na tle *C. sakazakii*. W 2009 r. Friedeman (12) opisał 105 infekcji niemowląt wywołanych przez te bakterie, które miały miejsce w latach 2000-2008. Biorąc pod uwagę rodzaj schorzenia wywołany przez *C. sakazakii*, tj. zapalenie opon mózgowych, martwicze zapalenie jelit i bakterię, współczynnik śmiertelności odnotowany w tym czasie wyniósł, odpowiednio, 41,9%, 19% i < 10%.

Przypadki infekcji na tle *C. sakazakii* odnotowano również w kilku krajach Ameryki Północnej, Europy i Bliskiego Wschodu (3). W Polsce do tej pory nie potwierdzono żadnego zachorowania wywołanego przez te bakterie po spożyciu odżywek dla niemowląt. Należy jednak uwzględnić fakt, że wcześniej w naszym kraju badania w tym zakresie nie były wykonywane.

Znane są również przypadki zachorowań u osób dorosłych, zazwyczaj u ludzi starszych i o obniżonej odporności immunologicznej. Odnotowane infekcje zazwyczaj nie niosły ze sobą ryzyka zagrożenia życia i w zdecydowanej większości dotyczyły osób dłużej przebywających w szpitalu, szczególnie na oddziale intensywnej terapii, leczonych antybiotykami, chorych na poważne i przewlekłe choroby, np. nowotworowe (15, 21, 26). W raporcie Komisji Kodeksu Żywnościowego FAO/WHO opublikowanym w 2004 r. opisano 9 przypadków zachorowań dorosłych, u których stwierdzono niskie wydzielanie kwasu żołądkowego oraz brak naturalnej flory jelitowej (7).

Infekcje *C. sakazakii* to nadal przypadki najbardziej powszechne u noworodków i niemowląt. Źródła literaturowe podają, iż śmiertelność spowodowana zakażeniem *C. sakazakii* jest wysoka i waha się w granicach od 40% do 80% (3). Posiadana obecnie wiedza na temat czynników wirulencji *C. sakazakii* jest uboga, a mechanizmy zjadliwości tego gatunku są dopiero badane. Wyniki jedyne jak dotąd doświadczenia przeprowadzonego w tym zakresie wskazują, że w proces zakażenia zaangażowane jest zewnątrz błonowe białko A (outer membrane protein A, OmpA). Najprawdopodobniej dzięki ekspresji genu kodującego to białko bakterie zdolne są do zasiedlenia przewodu pokarmowego, namnożenia się we krwi, penetracji bariery mózgowej i w konsekwencji do wywołania zapalenia opon mózgowych (16).

### Antybiotykooporność

Farmer i wsp. (10) stwierdzili, że wszystkie badane przez nich szczepy *C. sakazakii* były odporne na gentamycynę, kanamycynę, chloramfenikol i ampicylinę. Ponad 87% izolatów wykazywało również brak wrażliwości na kwas nalidiksowy, streptomycynę, tetracyklinę i karbencylinę. Wszystkie szczepy były natomiast wrażliwe na penicylinę, odpowiednio, 71% i 67% izolatów było wrażliwych na sulfadiazynę i kolistynę, a tylko 13% na cefalotin – cefalosporynę pierwszej generacji. Muijtens i van der Ros – van De Repe (24) wykazali, że MIC (Minimal Inhibitory Concentration – minimalne stężenie hamujące) dla 90% spośród 195 szczepów *C. sakazakii* badanych w kierunku wrażliwości na 29 antybiotyków było co najmniej dwukrotnie niższe niż dla *E. cloacae*, jednakże izolaty te wykazywały oporność na cefalotynę oraz sulfametaksazol. Shadli-Matung i wsp. (29) stwierdzili, że badane przez nich *C. sakazakii* były odporne na penicylinę, ampicylinę i cefalotynę oraz równocześnie wrażliwe na gentamycynę. Podobne wyniki otrzymali Oonaka i wsp. (27), testując wrażliwość szczepów wyizolowanych z mleka dla niemowląt, jednakże, poza gentamycyną, izolaty te były również wrażliwe na cefalosporyny.

Willis i Robinson (36) zarekomendowali stosowanie do leczenia zapalenia opon mózgowych wywołanego przez *C. sakazakii* ampicylinę w połączeniu z gentamycyną. Ten zestaw antybiotyków, jak również połączenie

ampicyliny z chloramfenikolem, nadal jest stosowany w leczeniu infekcji wywołanych przez te bakterie. Ze względu jednak na coraz częstszą oporność na ampicylinę wśród szczepów *C. sakazakii*, rozważa się włączenie do terapii antybiotyków z grupy karbapenemów lub nowej generacji cefalosporyn, w połączeniu z drugim antybiotykiem z grupy aminoglikozydów lub trimetoprimu razem z sulfametaksazolem (21).

Doniesienia dotyczące antybiooporności *C. sakazakii*, obejmujące okres od 1960 r. do 1999 r. wskazują, że bakterie te są zwykle wrażliwe na ampicylinę, tetracykliny, chloramfenikol, gentamycynę i cefalosporyny trzeciej generacji. Niemniej jednak, przed zastosowaniem antybiotyku w praktyce, wskazane jest określenie antybiotykowrażliwości izolowanych szczepów *C. sakazakii* (32). Jest to szczególnie istotne ze względu na rosnącą lekooporność szczepów pochodzących z przypadków klinicznych.

### Podsumowanie

Wydzielenie nowego rodzaju bakterii w obrębie rodziny *Enterobacteriaceae*, jakim jest *Cronobacter* oraz należących do niego poszczególnych gatunków, było skutkiem obserwowanego w ostatnich latach wzrostu zainteresowania tymi bakteriami. Mimo że są to pałeczki powszechnie występujące w środowisku naturalnym, mogą stanowić poważne zagrożenie dla zdrowia człowieka. Oporność tych drobnoustrojów na antybiotyki utrudnia podjęcie stosownych działań w celu poprawy stanu zdrowia osoby zakażonej. Prowadzone badania nad mechanizmami antybiooporności bakterii *Cronobacter* umożliwiają lepszą charakterystykę izolowanych szczepów oraz podjęcie skutecznych działań w celu ograniczenia zjawiska narastania oporności na antybiotyki. Istnieje zatem konieczność prowadzenia dalszych prac nad występowaniem tych drobnoustrojów w żywności, a także poznaniem ich czynników wirulencji oraz mechanizmów zjadliwości, celem zapewnienia bezpieczeństwa zdrowia człowieka.

### Piśmiennictwo

- Arseni A., Malamou-Ladas E., Kostalos C., Staikou A., Koutsia C.: A fatal case of sepsis in a premature newborn baby associated with *Enterobacter sakazakii* bacteremia. *Acta Microbiol. Hell.* 1985, 29, 402-407.
- Beuchat L. R., Kim H., Gurtler J. B., Lin L. C., Ryu J. H., Richards G. M.: *Cronobacter sakazaki* in foods and factors affecting its survival, growth, and inactivation. *Int. J. Food Microbiol.* 2009, 136, 204-213.
- Bowen A. B., Braden C. R.: Invasive *Enterobacter sakazakii* disease in infants. *Emerg. Infect. Dis.* 2006, 12, 1185-1189.
- Centers for Disease Control and Prevention. *Enterobacter sakazakii* infections associated with the use of powdered infant formula – Tennessee, 2001. *Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 2002, 51, 297-300.
- Drudy D., Mullane N., Quinn T., Fanning S.: *Enterobacter sakazakii*: An emerging pathogen in powdered infant formula. *Clin. Infect. Dis.* 2006, 42, 996-1002.
- Dumen E.: *Cronobacter sakazakii* (*Enterobacter sakazakii*): only an infant problem? *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.* 2010, 16 (Suppl-A), 171-178.
- Enterobacter sakazakii* and other microorganisms in powdered infant formula. *Microbiological Risk Assessment series 6*, WHO/FAO, 2004.
- European Food Safety Authority, European Centre for Disease Prevention and Control: Scientific Report of EFSA and ECDC. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2010. *EFSA Journal* 2012, 10, 2597.
- European Food Safety Authority, European Centre for Disease Prevention and Control: Scientific Report of EFSA and ECDC. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2011. *EFSA Journal* 2013, 11, 3129.
- Farmer J. J., Asbury M. A., Hickman F. W., Brenner D. J.: *Enterobacteriaceae* Study Group (USA). *Enterobacter sakazakii*, new species of *Enterobacteriaceae* isolated from clinical specimens. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 1980, 30, 569-584.
- Fiore A., Casale M., Aureli P.: *Enterobacter sakazakii*: epidemiology, clinical presentation, prevention and control. *Ann. Inst. Super Sanit.* 2008, 44, 275-280.
- Friedeman M.: Epidemiology of invasive neonatal *Cronobacter* (*Enterobacter sakazakii*) infections. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* 2009, 28, 1297-1304.
- Ghassem M., Babji A. S., Forsythe S. J., Norraiah A. S.: Growth and survival of *Cronobacter* species as measured by media performance. *Int. Food Res. J.* 2011, 18, 367-372.
- Gurtler J. B., Kornacki J. L., Beuchat L. R.: *Enterobacter sakazakii*: A coliform of increased concern to infant health. *Int. J. Food Microbiol.* 2005, 104, 1-34.
- Hawkins R. E., Lissner C. R., Sanford J. P.: *Enterobacter sakazakii* bacteremia in an adult. *South Med. J.* 1991, 84, 793-795.
- Hunter C. J., Petrosyan M., Ford H. R., Prasadara N. V.: *Enterobacter sakazakii*: an emerging pathogen in infants and neonates. *Surg. Infect.* 2008, 9, 533-539.
- Iversen C., Forsythe S.: Risk profile of *Enterobacter sakazakii*, an emergent pathogen associated with infant milk formula. *Trends Food Sci. Tech.* 2003, 14, 443-454.
- Iversen C., Mullane N., McCardell B., Tall B. D., Lehner A., Fanning S., Stephan R., Joosten H.: *Cronobacter* gen. nov., a new genus to accommodate the biogroups of *Enterobacter sakazakii*, and proposal of *Cronobacter sakazakii* gen. nov., comb. nov., *Cronobacter malonaticus* sp. nov., *Cronobacter turicensis* sp. nov., *Cronobacter muytjensii* sp. nov., *Cronobacter dublinensis* sp. nov., *Cronobacter genomospecies 1*, and of three subspecies, *Cronobacter dublinensis* subsp. dublinensis subsp. nov., *Cronobacter dublinensis* subsp. lausannensis subsp. nov. and *Cronobacter dublinensis* subsp. lactaridi subsp. nov. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2008, 58, 1442-1447.
- Jaspar A. H., Muytjens H. L., Kollee L. A.: Neonatal meningitis caused by *Enterobacter sakazakii*: milk powder is not sterile and bacteria like milk too. *Tijdschr. Kindergeneesk.* 1990, 58, 151-155.
- Kim H., Ryu J.-H., Beuchat L. R.: Survival of *Enterobacter sakazakii* on fresh produce as affected by temperature, and effectiveness of sanitizers for its elimination. *Int. J. Food Microbiol.* 2006, 111, 134-143.
- Lai K.: *Enterobacter sakazakii* infections among neonates, infants, children and adults. Case reports and a review of the literature. *Medicine* 2001, 80, 113-122.
- Maćkowiak E., Rzewuska K., Tomczuk K., Izak D., Stoś K.: Występowanie *Cronobacter* sp. w wybranych produktach spożywczych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2011, 4, 172-178.
- Monroe P. W., Tift W. L.: Bacteremia associated with *Enterobacter sakazakii* (yellow-pigmented *Enterobacter cloacae*). *J. Clin. Microbiol.* 1979, 10, 850-885.
- Muytjens H. L., van der Ros-van De Repe J.: Comparative in-vitro susceptibilities of eight *Enterobacter* species with special reference to *Enterobacter sakazakii*. *Antimicrob. Agents Chemopoter.* 1986, 29, 367-370.
- Nazarowec-White M., Farber J. M.: *Enterobacter sakazakii*: a review. *Int. J. Food Microbiol.* 1997, 34, 103-113.
- Ongradi J.: Vaginal infection by *Enterobacter sakazakii*. *Sex Transm. Infect.* 2002, 78, 467.
- Oonaka K., Furuhashi K., Hara M., Fukuyama M.: Powder infant formula milk contaminated with *Enterobacter sakazakii*. *Jpn. J. Infect. Dis.* 2010, 63, 103-107.
- Rozporządzenie Komisji (WE) 2073/2005 z dnia 15 listopada 2005 r. w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych (z późniejszymi zmianami). *Dz. U. L* 338 z 22.12.2005.
- Shadli-Matung M., Aidoo K. E., Candlish A. A., Elgebr A. M.: Evaluation of some antibiotics against pathogenic bacteria isolated from infant foods in North Africa. *Open Food Sci. J.* 2008, 2, 95-101.
- Shaker R., Osaili T., Al-Omary W., Jaradat Z., Al-Zuby M.: Isolation of *Enterobacter sakazakii* and other *Enterobacter* sp. from food and food production environments. *Food Control* 2007, 18, 1241-1245.
- Stankiewicz J.: Ocena możliwości występowania *Cronobacter sakazakii* w gotowych daniach dla niemowląt. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2011, 3, 673-677.
- Stock I., Wiedemann B.: Natural antibiotic susceptibility of *Enterobacter amnigenus*, *Enterobacter cancerogenus*, *Enterobacter gregoviae* and *Enterobacter sakazakii* strains. *Clin. Microbiol. Infect.* 2002, 8, 564-578.
- Ścieżyńska H., Górecka K., Grochowska A., Pawłowska K., Windyga B., Mąka Ł., Karłowski K.: Ocena narażenia na *Cronobacter sakazakii* w preparatach do początkowego żywienia niemowląt w Polsce. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2010, 3, 266-269.
- The Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF): Annual Report 2009. Publications Office of the European Union 2010.
- Urményi A. M. C., Franklin A. W.: Neonatal death from pigmented coliform infection. *The Lancet* 1961, 11, 313-315.
- Willis J., Robinson J. E.: *Enterobacter sakazakii* meningitis in neonates. *Pediatr. Infect. Dis. J.* 1988, 7, 196-199.
- Zhou X. F., Fu S. Z., Gao J. X., Chen H. Y.: *Enterobacter sakazakii*: an emerging foodborne pathogenic bacterium. *Ann. Microbiol.* 2012, 62, 1-5.

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