

Enterobacter sakazakii – zagrożenie mikrobiologiczne w żywności

WERONIKA KORPYSA-DZIRBA, JOLANTA G. ROLA, JACEK OSEK

Zakład Higieny Żywności Pochodzenia Zwierzęcego Państwowego Instytutu Weterynaryjnego
– Państwowego Instytutu Badawczego, Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy

Korpysa-Dzirba W., Rola J. G., Osek J.

Microbiological risk factors in food – *Enterobacter sakazakii*

Summary

Enterobacter sakazakii – previously known as a yellow-pigmented *E. cloacae* – has, since 1980, been singled out as a unique species. This new classification is based on the differences from *E. cloacae* in DNA relatedness and biochemical reactions. Little is known about the presence of *E. sakazakii* in the environment. Most of the strains reported in literature have been isolated from clinical sources. Bacteria of *Enterobacter* species are considered to be opportunistic pathogens and rarely cause diseases in humans. In recent years there have been about 60 documented cases of *E. sakazakii* infections, but this number is probably underestimated because many clinical laboratories do not test for this microorganism and, in addition, an official reporting system has not been adopted in most countries. The populations at greatest risk of *E. sakazakii* infection are preterm, low-birth weight or immunocompromised infants, especially those hospitalized in neonatal intensive care units. The bacteria can cause life-threatening infections in neonates such as bacteraemia, enterocolitis or meningitis and survivors often suffer from neurological complications. Although the reservoir of *E. sakazakii* is unknown, the growing number of outbreaks of infection among this susceptible population has provided evidence that milk-based powdered infant formulas often serve as a source of infection. Unlike liquid formula products, dried milk powders are not sterile. In case of the presence of *E. sakazakii*, this microorganism can survive a long time on blenders, and, if not properly cleaned, can become a source of infection. The high mortality rate, the severity of the infection in infants and lack of information about the ecology and pathogenicity of this microorganism, has resulted in this bacteria becoming an object of interest to scientists worldwide.

Keywords: *E. sakazakii*, powdered milk formula

Enterobacter sakazakii jest Gram-ujemną, względnie beztlenową pałeczką nie wytwarzającą zarodników. Drobnoustrój ten długo uważany był za żółto zabarwiony *Enterobacter cloacae*, jednak w 1980 r. Farmer i wsp. (6) zaproponowali wyodrębnienie tej bakterii jako osobnego gatunku i nadali jej nazwę *Enterobacter sakazakii* na cześć japońskiego bakteriologa Riichi Sakazakii. Stwierdzono, że DNA *E. sakazakii* jest w 53-54% homologiczne z DNA bakterii rodzajów *Enterobacter* i *Citrobacter*. Porównując sekwencję genotypową gatunków należących do obu tych rodzajów wykazano, że *E. sakazakii* jest w 41% spokrewniony z *Citrobacter freundii* oraz w 51% z *E. cloacae*. Z tych też względów oraz z uwagi na bliższe podobieństwo fenotypowe do *E. cloacae* niż *C. freundii*, *E. sakazakii* został zaliczony do rodzaju *Enterobacter* (10, 17).

Bakterie należące do rodzaju *Enterobacter*, uważane za drobnoustroje oportunistyczne, rzadko są przyczyną chorób u ludzi. Dlatego też *E. sakazakii* do niedawna nie budził większego zainteresowania diagnostycznego. Stwierdzono jednak, że schorzenia wywołane przez te drobnoustroje cechuje wysoki wskaźnik śmiertelności, a infekcje dotyczą głównie noworodków. Z tych też wzglę-

dów mikroorganizm ten stał się obiektem coraz większego zainteresowania zarówno lekarzy, epidemiologów, jak i higienistów żywności.

Infekcje wywołane przez *E. sakazakii* mogą prowadzić do ciężkich powikłań neurologicznych, np. wodogłowia oraz opóźnień w rozwoju układu nerwowego, a związana z nimi śmiertelność może wynosić od 40% do 80%. Do 2004 r. udokumentowano ok. 60 przypadków zakażeń wywołanych przez *E. sakazakii*, jednak liczba ta z pewnością jest zaniżona, ponieważ wiele laboratoriów nie wykonuje badań na obecność tego mikroorganizmu, jak również w wielu krajach nie wprowadzono jeszcze odpowiedniego systemu raportowania (13).

Chorobotwórczość *E. sakazakii*

Szacuje się, że od 50% do 75% przypadków zapalenia opon mózgowych i posocznicy u noworodków wywołanych jest przez *Escherichia coli* i *Streptococcus agalactiae*, pozostałe natomiast zachorowania mają inne tło bakteryjne, w tym również są na tle drobnoustrojów z rodziny *Enterobacteriaceae* (3). W 1961 r. Urmenyi i Franklin odnotowali w Anglii dwa pierwsze przypadki zapalenia opon mózgowych u noworodków wywołane przez

E. sakazakii, bakterie określane wtedy jeszcze jako żółto zabarwione *E. cloacae* (22). W latach następnych stwierdzono w Danii przypadek noworodka, u którego w piątym dniu życia pojawiły się objawy wskazujące na infekcję opon mózgowych oraz, jako powikłania, ropień mózgu i wodogłowie. Po konsultacji z Urmenyi i Franklin stwierdzono, że wyizolowane bakterie określane jako „niepospolite *Enterobacter*”, były prawie identyczne jak drobnoustroje wyosobnione od noworodków chorych na zapalenie opon mózgowych w Anglii (12).

Monroe i Tift (15) opisali pierwszy przypadek posocznicy u noworodka, której czynnikiem etiologicznym był *E. sakazakii*, ale której wystąpienie nie było związane z rozwojem zapalenia opon mózgowych. Zakażenie to stwierdzono w szóstym dniu po urodzeniu i po podaniu ampicyliny dziecko zostało wyleczone (15).

W 1981 r. w stanie Indiana (USA) stwierdzono ciężkie zapalenie opon mózgowych na tle *E. sakazakii* u pięcioletniego noworodka, potwierdzające patogenność tych bakterii dla dzieci. Zastosowano leczenie ampicyliną i gentamycyną przez 21 dni, jednak 2 miesiące później pojawiły się komplikacje w postaci opóźnienia w rozwoju dziecka spowodowane ciężkimi zaburzeniami układu nerwowego. W tym samym roku opisano również u pięcioletniego chłopca kolejny przypadek zapalenia opon mózgowych i posocznicy, wywołany przez *E. sakazakii*. Także i w tym przypadku zastosowano skuteczną, 14-dniową kurację ampicyliną. Oba zakażenia na tle *E. sakazakii* wystąpiły u dzieci w tym samym wieku, w kilka tygodni po opuszczeniu szpitala, co wskazywało, że zakażenie nastąpiło w warunkach domowych (1).

Kolejne zachorowania nowo narodzonych dzieci, wywołane przez *E. sakazakii*, zanotowano w Grecji, gdzie opisano śmiertelny przypadek posocznicy u nowo narodzonego wcześniaka. W ciągu miesiąca, na tym samym oddziale szpitalnym posocznica wystąpiła u kolejnych 11 noworodków, z których czworo zmarło. Rok później, w tym samym szpitalu wyizolowano *E. sakazakii* z krwi 3-letniego dziecka chorego na białaczkę oraz od innego 4-letniego chłopca. W obu przypadkach zastosowana terapia antybiotykowa okazała się skuteczna i dzieci przeżyły (2).

Większość opisanych do tej pory przypadków zapalenia opon mózgowych spowodowanych przez *E. sakazakii* dotyczyła noworodków, szczególnie wcześniaków, dzieci z niską masą urodzeniową oraz mających osłabiony układ odpornościowy (5). Znane są jednak doniesienia świadczące o występowaniu tego typu infekcji u osób dorosłych, np. w postaci posocznicy moczopochodnej u 76-letniego mężczyzny lub bakteriemii (8, 11).

W leczeniu większości zakażeń wywołanych przez *E. sakazakii* najlepsze wyniki daje skojarzona kuracja ampicyliną i gentamycyną. To połączenie antybiotyków określane jest złotym standardem leczenia zapalenia opon mózgowych wywołanego przez ten drobnoustrój (24).

Zakażenia *E. sakazakii* a odżywki dla niemowląt

W wielu przypadkach zakażeń noworodków na tle *E. sakazakii* stwierdzono bezpośrednią zależność między podawaniem odżywek dla niemowląt a występowaniem objawów zapalenia opon mózgowych. Bakterie te wyizolowano z upłynnionej mlecznej odżywki dla niemowląt,

poddanej procesowi pasteryzacji, którego *E. sakazakii* nie przeżywa i nie powinien być obecny w gotowym produkcie. Obecność tych bakterii mogła jednak być spowodowana wtórnym zanieczyszczeniem butelek używanych do karmienia (16).

Simmons i wsp. (21) donieśli o epidemii wywołanej przez *E. sakazakii*, obejmującej czwórkę niemowląt, które karmione były tą samą odżywką. Z produktu tego wyizolowano *E. sakazakii* oraz *E. cloacae*. W trakcie dochodzenia epidemiologicznego stwierdzono, że *E. sakazakii* wyosobniony z badanej odżywki miał taki sam profil plazmidowy oraz profile elektroforetyczne jak mikroorganizmy wyosobnione od chorych niemowląt.

W epidemii w Islandii szczepy *E. sakazakii* wyizolowano od trójki niemowląt z objawami zapalenia opon mózgowych. Izolaty te były blisko spokrewnione ze szczepem tego samego gatunku wyosobnionym z odżywki dla niemowląt podawanej w szpitalu, w którym doszło do zakażenia. W produkcie tym stwierdzono tylko niewielki stopień zanieczyszczenia *E. sakazakii*, jednak prawdopodobnie bakterie te namnożyły się podczas podgrzewania i przetrzymywania butelek z odżywką w temperaturze 35-37°C (3).

E. sakazakii oraz *Leuconostoc mesenteroides* były również odpowiedzialne za bakteriemie u 6-miesięcznego dziecka. W tym przypadku badanie samej odżywki na obecność obu mikroorganizmów dało wynik negatywny, jednak wykazano, że bakterie te znajdowały się na elementach miksera używanego do przygotowywania tego produktu (20).

Dalsze dowody na związek zakażeń noworodków *E. sakazakii* i podawanych im odżywek przedstawili Clark i wsp. (4), którzy prowadzili dochodzenie epidemiologiczne w dwóch niezależnych przypadkach klinicznych, obejmujących zapalenie opon mózgowych i bakteriemie. W obu przypadkach wyizolowano *E. sakazakii*, zarówno od chorych noworodków, jak i z odżywek, którymi karmione były dzieci (4).

Płynne butelkowane odżywki dla niemowląt są przygotowywane jako produkty sterylne. Jednakże odżywki w proszku dla tej grupy dzieci nie są sterylne i dlatego po ich upłynnieniu istnieje ryzyko namnażania się mikroorganizmów, szczególnie podczas dłuższego przetrzymywania w podwyższonej temperaturze. Farmer i wsp. (6) zbadali zakres temperatur, w jakim następował wzrost 57 szczepów *E. sakazakii*. Stwierdzili oni, że większość z nich namnażała się w temperaturze 47°C, natomiast temperatury 4°C i 50°C powodowały całkowite zahamowanie zdolności wzrostu badanych szczepów. Kindle i wsp. (14) wykazali, że *E. sakazakii* i *Klebsiella pneumoniae* miały wyższą przeżywalność w upłynnionych odżywkach dla niemowląt niż inne badane mikroorganizmy – *Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium terrae* i *Candida albicans*. Dawka zakażna *Enterobacter sakazakii* w odżywkach dla niemowląt nie jest ściśle określona, ale stosunkowo krótki czas trwania jednej generacji oraz zdolność do wzrostu w temperaturach chłodniczych sprawia, że obecność *E. sakazakii* w tych produktach jest szczególnie niebezpieczna. W związku z tym zagrożeniem istotne jest umieszczanie na opakowaniach odżywek dla niemowląt dokładnych instrukcji ich przygotowywania i przechowywania (6, 14).

Poza występowaniem *E. sakazakii* w odżywkach dla dzieci istnieją również doniesienia wskazujące na obecność tych drobnoustrojów w innych rodzajach żywności oraz w środowisku. Uważa się nawet, że gleba, woda oraz warzywa są głównymi źródłami zanieczyszczenia żywności przez te bakterie. Pomimo tak powszechnego występowania, ze względu na niedoskonałe jeszcze metody wykrywania, nie udało się wyizolować tych mikroorganizmów od bydła, gryzoni, ze zboża, ptasich odchodów, od zwierząt domowych, powierzchni wody, gleby, błota ani też z butwiejącego drewna (7, 16). W żywności, obecność *E. sakazakii* stwierdzano m.in. w serach, tofu, herbacie, wędzonym mięsie, mielonej wołowinie oraz w mięsie mielonym przeznaczonym do produkcji wędlin (7, 10, 16).

W 1988 r. przeprowadzono mikrobiologiczne badania 141 próbek odżywek dla niemowląt pochodzących z 35 krajów. Obecność bakterii należących do rodzaju *Enterobacteriaceae* stwierdzono w 52,2% przypadków, wśród nich *E. sakazakii* stanowiły 14%. Poziom zanieczyszczenia tymi drobnoustrojami wynosił od 0,36 do 66,0 jtk w 100 g. Kilka lat później w Kanadzie zbadano 120 puszek odżywek dla niemowląt pochodzących od pięciu różnych producentów. Również te badania potwierdziły występowanie *E. sakazakii* na poziomie około 0,36 jtk w 100 g tego rodzaju produktów (18).

Mało prawdopodobne jest, aby występujący w odżywkach dla dzieci niski poziom *E. sakazakii* ($\leq 0,36$ komórek w 100 g) mógł spowodować rozwój choroby. Może się tak jednak stać, jeżeli wystąpią równocześnie takie czynniki, jak: podwyższona, utrzymywana przez dłuższy czas temperatura lub wtórne zakażenie sprzętu wykorzystywanego do przygotowywania odżywek bezpośrednio przed podaniem dzieciom (10, 16-19). Najprawdopodobniej to właśnie nieprzestrzeganie zasad higieny jest głównym źródłem zakażeń wywołanych przez *E. sakazakii*.

Źródła kliniczne

E. sakazakii był izolowany od pacjentów z płynu mózgowo-rdzeniowego, krwi, szpiku kostnego, płwociny, moczu, wysięku zapalnego wyrostka robaczkowego, jelit, dróg oddechowych, oczu, uszu, ran oraz kału. Bakterie te stwierdzano również w środowisku szpitalnym oraz na sprzęcie używanym do mycia butelek dla niemowląt. Obecność *E. sakazakii* potwierdzono też na stetoskopie lekarskim oraz na łyżeczkach wykorzystywanych przez pielęgniarki do przygotowywania posiłków.

Kandhai i wsp. (13) badali próbki środowiskowe z zakładów przemysłu spożywczego i z gospodarstw domowych. Obecność *E. sakazakii* stwierdzono w próbkach pochodzących z 8 spośród 9 badanych fabryk oraz w 5 z 16 ocenianych gospodarstw domowych (6, 10, 13).

Dawka zakaźna

Jak dotąd nie określono ściśle dawki niezbędnej do wywołania objawów chorobowych na tle *E. sakazakii*. Przyjmuje się, że dawka infekcyjna w odniesieniu do tego drobnoustroju jest podobna jak w przypadku *Neisseria meningitidis*, *E. coli* O157 czy *Listeria monocytogenes* i wynosi około 1000 komórek. Uzależniona jest ona od wielu różnych czynników, m.in. od stanu zdrowia dziecka lub od rodzaju produktu, w którym bakterie te się znaj-

dują. Istotne jest również, czy drobnoustroje były wcześniej poddawane działaniu czynników stresowych (10).

Nowo narodzone dzieci mają niski poziom odporności, natomiast bakterie te obecne w odżywkach są poddawane czynnikom stresowym (suszenie, działanie ciepła) podczas produkcji, przez co stają się bardziej odporne na działanie układu immunologicznego. Z tych też względów noworodki wydają się idealnym celem dla bakterii *E. sakazakii* znajdujących się w przeznaczonych dla nich odżywkach.

Zapobieganie infekcjom *E. sakazakii*

Obniżenie ryzyka związanego z możliwością dostania się *E. sakazakii* do odżywek dla niemowląt oraz namnażaniem się w nich tych bakterii wiąże się z szeregiem aspektów. Wiadomo, że drobnoustroje te występują powszechnie w środowisku i dlatego mogą być obecne w składnikach wykorzystywanych do produkcji preparatów odżywczych. W związku z tym niezwykle istotna jest surowa kontrola mikrobiologiczna surowców i gotowych produktów. Mleko krowie, używane do produkcji odżywek dla niemowląt, powinno w znacznym stopniu przypominać składem naturalne mleko matki. W tym celu jest ono modyfikowane, zwykle przez obniżenie poziomu białka i składników mineralnych oraz podwyższenie ilości białek serwatkowych i węglowodanów, jak też zmianę stosunku jonów wapnia do fosforu. Dodatkowo, często również modyfikowany jest tłuszcz i dodawane są niektóre witaminy. W produkcji odżywek dla niemowląt stosuje się najczęściej dwie metody technologiczne: tzw. suchą i mokrą. W pierwszej z nich wszystkie składniki wchodzące w skład gotowego preparatu są doprowadzane do postaci suchej. Odtłuszczone mleko jest poddawane procesowi pasteryzacji i odwadniane przez odparowanie wody. Następnie dodawane są do niego pozostałe składniki odżywki, takie jak tłuszcz i serwatka, a po ich zmieszaniu następuje pasteryzacja w 110°C przez 60 sekund. Końcowym etapem jest suszenie gotowego produktu. W procedurze tej istnieje stosunkowo duże ryzyko zanieczyszczenia poszczególnych składników przez *E. sakazakii*.

W drugiej metodzie, tzw. mokrej, płynna mieszanina odtłuszczonego mleka i tłuszczu jest poddawana kolejno działaniu temperatur 80°C i 82°C przez 20 sekund, a następnie całość jest podgrzewana do 107-110°C przez 60 sekund, zagęszczana i ponownie poddawana działaniu temperatury 80°C przed ostatecznym wysuszeniem. W tym przypadku do zanieczyszczenia może dojść zarówno podczas dodawania poszczególnych sproszkowanych składników, jak też już po termicznej obróbce końcowego produktu. W obu wymienionych procesach technologicznych, bakterie najczęściej mogą dostać się do odżywek podczas etapu suszenia oraz napełniania opakowań gotowym produktem. W związku z tym niezbędne jest ściśle przestrzeganie reżimów technologicznych w całym ciągu produkcyjnym, co w znaczący sposób zmniejsza ryzyko obecności *E. sakazakii* w gotowych preparatach dla niemowląt (10).

Stwierdzono, że *E. sakazakii* cechuje się zwiększoną opornością na wysoką temperaturę w porównaniu z innymi gatunkami bakterii należącymi do rodziny *Enterobacteriaceae*. W pewnym stopniu wyjaśniałoby to ich więk-

szą przeżywalność, np. w mleku w proszku lub innych produktach poddanych działaniu ciepła. Doniesienia te nie zostały jednak ostatecznie potwierdzone i wymagają prowadzenia dalszych badań. Kindle i wsp. (14) wykazały, że liczba *E. sakazakii* w badanej odżywie dla niemowląt po 85 sekundowej ekspozycji na mikrofałę, generującą temperaturę 82°C, zmniejszyła się z poziomu 10⁵ do 20 jtk/ml, natomiast *E. coli*, *P. aeruginosa*, a także polio-wirusy zostały całkowicie wyeliminowane. Z drugiej strony, istnieją dane o większej wrażliwości *E. sakazakii* na podwyższoną temperaturę, która jest używana przy produkcji odżywek dla niemowląt (14, 18, 19).

W 2002 r. w Belgii wystąpił śmiertelny przypadek zapalenia opon mózgowych u noworodka spowodowany przez *E. sakazakii*, który dostał się do organizmu poprzez odżywkę dla niemowląt. Producent tej odżywki wykazał jednak, że poziom jej zanieczyszczenia spełniał ustalone międzynarodowe kryteria mikrobiologiczne (23). Podobny przypadek miał miejsce w Stanach Zjednoczonych w 2001 r., kiedy po wystąpieniu epidemii zapalenia opon mózgowych ze sklepów wycofano produkt odżywczy specjalnego przeznaczenia, stosowany w diecie dorosłych i niemowląt z rzadkimi chorobami układu pokarmowego. Każda partia odżywki była badana zwalidowanymi metodami i spełniała wymagania organizacji zajmujących się jakością tego typu żywności. Z tych też powodów nie można wykluczyć, że w przypadku innych epidemii na tle *E. sakazakii* odżywki dla niemowląt będące możliwą przyczyną zachorowań spełniały kryteria mikrobiologiczne (9).

W dniu 9 września 2004 r. Komisja Naukowa do spraw Zagrożeń Biologicznych Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) wydała opinię, w której stwierdzono, że *Salmonella* i *E. sakazakii* są mikroorganizmami stanowiącymi potencjalne zagrożenie zdrowia niemowląt, a ich obecność w odżywkach przeznaczonych dla tej grupy konsumentów, jak również innych preparatach specjalnego przeznaczenia, powinna podlegać szczególnej kontroli. Biorąc pod uwagę tę informację, w Rozporządzeniu Komisji (WE) nr 2073/2005 w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych stwierdzono, że wymagane jest badanie w kierunku obecności *E. sakazakii* w preparatach w proszku dla niemowląt oraz w żywności dietetycznej w proszku specjalnego przeznaczenia medycznego, wykorzystywanej w żywieniu niemowląt do 6. miesiąca życia. Według tych kryteriów *E. sakazakii* nie może być obecny w 10 g żadnego z tych produktów.

Podsumowanie

Noworodki są szczególnie podatne na wszelkiego rodzaju infekcje, dlatego przeznaczone dla nich produkty odżywcze powinny spełniać wysokie wymagania dotyczące ewentualnego zanieczyszczenia mikrobiologicznego. Przygotowywanie i podawanie odżywek niemowlętom wymaga wyjątkowej dbałości, zarówno na etapie ich produkcji, jak również w warunkach domowych i szpitalnych. Generalnie, poziom *E. sakazakii* w odżywkach dla niemowląt jest niski (< 0,36 komórek/100 g odżywki), a ich przechowywanie w warunkach chłodniczych zazwyczaj trwa nie dłużej niż 24 godziny. W tych warunkach zwykle nie dochodzi do namnożenia się *E. sakaza-*

kii do poziomu mogącego stanowić zagrożenie dla zdrowia (1000 komórek – w oparciu o dawki zakaźne wyznaczone dla *E. coli* i *L. monocytogenes*). Z tego też względu dotychczas opisane przypadki infekcji na tle *E. sakazakii* najprawdopodobniej związane były z przechowywaniem odżywek przez dłuższy czas w zbyt wysokiej temperaturze i/lub niedostateczną higieną procesu ich przygotowywania i podawania niemowlętom (10). Epidemie spowodowane przez *E. sakazakii* oraz potrzeba wycofywania produktów z rynku w związku z ich zanieczyszczeniem przez te bakterie występują dosyć rzadko. Tym niemniej istnieje potrzeba weryfikacji dotychczasowej wiedzy na temat tych drobnoustrojów oraz dalszych badań, zwłaszcza w kierunku oceny ryzyka infekcji wywołanych przez *E. sakazakii*.

Piśmiennictwo

1. Adamson D. H., Rogers J. R.: Enterobacter sakazakii meningitis with sepsis. Clin. Microbiol. Newsletter 1981, 3, 19-20.
2. Arseni A., Malamou-Ladas E., Koutsia C., Xanthou M., Trika E.: Outbreak of colonization of neonates with Enterobacter sakazakii. J. Hosp. Infect. 1987, 9, 143-150.
3. Biering G., Karlsson S., Clark C. N., Jonsdottir K. E., Ludvigsson P., Steingrims-son O.: Three cases of neonatal meningitis caused by Enterobacter sakazakii in powdered milk. J. Clin. Microbiol. 1989, 27, 2054-2056.
4. Clark N. C., Hill B. C., O'Hara C. M., Steingrims-son O., Cooksey R. C.: Epidemiologic typing of Enterobacter sakazakii in two neonatal nosocomial outbreaks. Diagn. Microbiol. Infect. Dis. 1990, 39, 3865-3870.
5. Drudy D., O'Rourke M., Murphy M., Mullane N. R., O'Mahony R., Kelly L., Fischer M., Sajaq S., Shannon P., Wall P., O'Mahony M., Whyte P., Fanning S.: Characterization of a collection of Enterobacter sakazakii isolates from environmental and food sources. Int. J. Food Microbiol. 2006, 110, 127-134.
6. Farmer J. J., Ashbury M. A., Hickman F. W., Brenner D. J.: Enterobacter sakazakii, new species of Enterobacteriaceae isolated from clinical specimens. Int. J. System. Bacteriol. 1980, 30, 569-584.
7. Gassem M. A. A.: Study of the microorganisms associated with the fermented bread (khamir) produced from sorghum in Gizan region, Saudi Arabia. J. Appl. Microbiol. 1999, 86, 221-225.
8. Hawkins R. E., Lissner C. R., Sanford J. P.: Enterobacter sakazakii bacteremia in an adult. South Med. J. 1991, 84, 793-795.
9. Himelright J., Harris E., Lorch V., Anderson M., Jones T., Craig A., Kuehnert M.: Enterobacter sakazakii infections associated with the use of powdered infant formula – Tennessee, 2001. Morb. Mort. Week. Rep. 2002, 51, 298-300.
10. 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.
11. Jimenez E. B., Gimenez C.: Septic shock due to Enterobacter sakazakii. Clin. Microbiol. Newsletter 1982, 4, 30.
12. Joker R. N., Norholm T., Siboni K. E.: A case of neonatal meningitis caused by a yellow Enterobacter. Danish Med. Bull. 1965, 12, 128-130.
13. Kandhai M. C., Reij M. W., Gorris L. G. M., Guillaume-Gentil O., van Schothorst M.: Occurrence of Enterobacter sakazakii in food production environments and households. Lancet 2004, 363, 39-40.
14. Kindle G., Busse A., Kampa D., Meyer-Koenig U., Daschner F. D.: Killing activity of microwaves in milk. J. Hosp. Infect. 1996, 33, 273-278.
15. Monroe P. W., Tift W. L.: Bacteremia associated with Enterobacter sakazakii (yellow-pigmented Enterobacter cloacae). J. Clin. Microbiol. 1979, 10, 850-885.
16. Muytjens H. L., Kolee L. A.: Enterobacter sakazakii meningitis in neonates: causative role of formula? Pediatr. Infect. Dis. J. 1990, 9, 372-373.
17. Nazarowec-White M., Farber J. M.: Enterobacter sakazakii: a review. Int. J. Food Microbiol. 1997, 34, 103-113.
18. Nazarowec-White M., Farber J. M.: Incidence, survival and growth of Enterobacter sakazakii in infant formula. J. Food Protect. 1997, 60, 226-230.
19. Nazarowec-White M., Farber J. M.: Thermal resistance of Enterobacter sakazakii in reconstituted dried infant formula. Lett. Appl. Microbiol. 1997, 24, 9-13.
20. Noriega F. R., Martin M. A., Schwalbe R. S.: Noscomial bacteremia caused by Enterobacter sakazakii and Leuconostoc mesenteroides resulting from extrinsic contamination of infant formula. Pediatr. Infect. Dis. J. 1990, 9, 447-449.
21. Simmons B. P., Gelfand M. S., Haas M., Metts L., Ferguson J.: Enterobacter sakazakii infections in neonates associated with intrinsic contamination of powdered infant formula. Infect. Contr. Hospital Epidemiol. 1989, 10, 398-401.
22. Urmenyi A. M. C., Franklin A. W.: Neonatal death from pigmented coliform infection. Lancet 1961, 11, 313-315.
23. Van Acker J., de Smet F., Muyldermans G., Bougateg A., Naessens A., Lauwers S.: Outbreak of necrotizing enterocolitis associated with Enterobacter sakazakii in powdered milk formula. J. Clin. Microbiol. 2001, 39, 293-297.
24. Willis J., Robinson J. E.: Enterobacter sakazakii meningitis in neonates. Pediatr. Infect. Dis. J. 1988, 7, 196-199.

Adres autora: mgr Weronika Korpysa, Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy; e-mail: weronika.korpysa@piwet.pulawy.pl