



Cronobacter spp. - charakterystyka, występowanie w żywności i zagrożenia

Anna Berthold-Pluta

Zakład Technologii Mleka, Katedra Technologii i Oceny Żywności

Instytut Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

anna_berthold@sggw.edu.pl

Wprowadzenie

Bakterie z rodzaju *Cronobacter* są ruchliwymi, względnie beztlenowymi, Gram-ujemnymi pałeczkami z rodziny *Enterobacteriaceae*. Historia tego rodzaju jest stosunkowo krótka, gdyż dopiero w 2007 r. organizmy wcześniej klasyfikowane na podstawie cech fenotypowych jako *Enterobacter sakazakii* (a jeszcze wcześniej jako wytwarzające żółty pigment *Enterobacter cloacae*) zostały przypisane do nowego rodzaju *Cronobacter*, obejmującego początkowo cztery, a rok później - już pięć następujących gatunków: *C. sakazakii*, *C. malonaticus*, *C. turicensis*, *C. muytjensii* i *C. dublinensis*. Kolejne badania doprowadziły do wyróżnienia dwóch kolejnych gatunków *C. condimenti* i *C. universalis*. Ze względu na zmiany w systematyce omawianych drobnoustrojów, na potrzeby analizy danych piśmiennictwa sprzed 2007/2008 r. przyjmuje się aktualnie, że określenie "*Enterobacter sakazakii*" odpowiada "bakteriom z rodzaju *Cronobacter*" (*Cronobacter* spp.) [16, 17].

Chorobotwórczość *Cronobacter* spp.

Na podstawie znaczenia klinicznego podzielono rodzaj *Cronobacter* na trzy grupy, w grupie 1 znajdują się gatunki *C. sakazakii* i *C. malonaticus*, które izoluje się najczęściej z przypadków klinicznych zarówno od niemowląt, jak i osób starszych; w grupie 2 obejmującej *C. turicensis* i *C. universalis* są izolaty kliniczne ale o wiele rzadziej izolowane, natomiast na temat chorobotwórczości pozostałych trzech gatunków - *C. dublinensis*, *C. muytjensii* i *C. condimenti* - niewiele jeszcze wiadomo [16].

Bakterie z rodzaju *Cronobacter* kojarzone są głównie z wywoływaniem poważnych infekcji u noworodków i niemowląt, a szacunkowe wskaźniki śmiertelności w tej grupie sięgają nawet 80%. Infekcje występują również u osób dorosłych, zwłaszcza starszych, pacjentów w trakcie terapii antybiotykowej, z obniżoną odpornością i przewlekłe chorujących, u których obejmują posocznicę, zapalenie płuc, zapalenie szpiku, infekcje ran i układu moczowego oraz ropnie śledziony. Ogólny wskaźnik dla infekcji wywoływanych przez bakterie z rodzaju *Cronobacter* wynosi ok. 0,7 przypadku/100 tys. osób [19, 38]. Niewiele wiadomo na temat źródeł i dróg zakażeń innych niż w przypadku niemowląt, czyli zanieczyszczonych preparatów w proszku (z ang. powdered infant formula - PIF) [10].



Mikroorganizmy te izolowano z różnych źródeł np. z gleby [45], od zwierząt (np. owadów) [39], ze źródeł klinicznych [38], środowiska gospodarstwa domowego [29] i zakładów przemysłu spożywczego oraz produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego i roślinnego [1, 4, 6, 16].

W trzech kolejnych dokumentach FAO-WHO [12, 13, 14], poświęconych bezpieczeństwu mikrobiologicznemu preparatów w proszku do żywienia niemowląt (< 6 miesiąca życia), podzielono drobnoustroje patogenne związane z tymi produktami na trzy grupy. W grupie patogenów niosących udowodnione w pełni udokumentowane ryzyko (kategoria A) znalazły się, oprócz serowarów *Salmonella*, także bakterie z rodzaju *Cronobacter*. W dokumentach tych opisano również procedury dotyczące sposobu przygotowania PIF i sposoby utrzymania higieny sprzętów stosowanych do karmienia noworodków. Należy pamiętać, że po pierwsze PIF nie są produktami jałowymi, a więc sposób przygotowania, temperatura i czas przetrzymywania preparatów po ich regeneracji powinien uniemożliwić ewentualne namnażanie się obecnych w nich drobnoustrojów. Dlatego właśnie zaleca się, aby temperatura PIF w czasie regeneracji była nie niższa niż 70°C i były przechowywane po uwodnieniu na tyle krótko, aby ograniczyć wzrost drobnoustrojów ewentualnie w nich obecnych. Po drugie, procedury powinny ograniczyć zanieczyszczenie preparatów w czasie ich przygotowania, z badań bowiem wynika, że *Cronobacter* były izolowane ze sprzętu do podawania noworodkom pokarmu. Wiele przypadków zakażeń *Cronobacter*, które wywołane były brakiem stosowania odpowiednich praktyk przygotowywania pokarmów dla noworodków (np. niedotrzymywania odpowiednio wysokiej temperatury wody do regeneracji PIF) stwierdzono w szpitalnych oddziałach intensywnej opieki nad noworodkami.

Z badań nad mechanizmami wirulencji wynika, że bakterie z rodzaju *Cronobacter* mają zdolność przywierania do ludzkich komórek jelitowych i ich uszkodzenia, namnażania się w makrofagach i przenikania przez barierę krew-mózg oraz infekowania błon śluzowych [2]. U izolowanych szczepów *Cronobacter* ujawniono szereg różnych czynników wirulencji tych drobnoustrojów [16].

Cechy *Cronobacter* spp. istotne dla przemysłu spożywczego

Bakterie z rodzaju *Cronobacter* mogą rosnąć w szerokim zakresie temperatury, od zaledwie około 5°C do nawet 44-47°C, a optymalna temperatura dla wzrostu wynosi 37-39°C. Czas generacji w temperaturze pokojowej (21°C) wynosi w zależności od szczepu 40-94 minut [30]. Wartość $D_{60st.C}$ (czas potrzebny do zmniejszenia liczby drobnoustrojów o jeden rząd logarytmiczny, czyli o 90% w określonej temperaturze np. 60°C) wyznaczona dla kilkunastu szczepów *Cronobacter* wynosiła od 3,52 do 4,79 minuty [27].

Ponieważ *Cronobacter* spp. nie przeżywają podczas pasteryzacji (72°C/15 s), to ich obecność w produkcie spożywczym wynika z zanieczyszczenia, które wystąpiło już po obróbce cieplnej, np. podczas dodawania suchych składników (np. ziół i przypraw) czy pakowania [6, 21].

Cronobacter spp. stanowią zanieczyszczenie w zakładach przetwórczych, a ich obecność potwierdzono nie tylko w zakładach produkujących PIF, ale także np. w zakładach przetwórstwa zbożowego i ziemniaczanego [37].

Cronobacter spp. wykazują szereg cech, które ułatwiają im przeżycie w różnych produktach spożywczych oraz znaczną zdolność adaptacji do zmiennych warunków panujących w czasie produkcji. Wśród charakterystycznych właściwości tych drobnoustrojów wymienia się przede wszystkim oporność na wysuszenie środowiska (niską aktywność wody - a_w). O wyjątkowości pod tym względem omawianych drobnoustrojów świadczyć mogą wyniki badań wskazujące, że *C. sakazakii* są zdolne przetrwać dwa lata w preparatach w proszku do żywienia niemowląt.



Składniki mleka zwiększają możliwości przetrwania *Cronobacter* spp. w warunkach znacznie obniżonej a_w . Wyjątkowa oporność na wysuszenie wynika najprawdopodobniej z kumulowania w komórkach *Cronobacter* trehalozy, która działa jako czynnik ochronny [15].

U bakterii z rodzaju *Cronobacter* zaobserwowano również mechanizm oporności krzyżowej, polegający na zwiększeniu oporności na różne czynniki stresu pod wpływem wcześniejszego narażenia na różne subletalne zakresy obróbki cieplnej, obniżonego pH, obecności etanolu czy środków dezynfekcyjnych [25, 32]. Wykazano, że stres cieplny komórek *C. sakazakii* zwiększa ich oporność na podwyższoną kwasowość, warunki liofilizacji i suszenia rozpyłowego [22] oraz środki dezynfekcyjne [32]. Wstępna ekspozycja komórek *C. sakazakii* na niskie pH powodowała zwiększenie ich ciepłoporności, ekspozycja na etanol - zwiększenie oporności na zamrażanie i wysoką kwasowość (pH 3,3) [23, 41].

Kolejną cechą ułatwiającą bakteriom z rodzaju *Cronobacter* zasiedlanie środowiska produkcyjnego, ale także istotnym ich atrybutem związanym z wirulencją, jest zdolność tworzenia biofilmów, które służą jako ochrona przed czynnikami stresu środowiskowego, ale również przed czynnikami odpowiedzi immunologicznej organizmu gospodarza [24]. W licznych badaniach wykazano zdolność *C. sakazakii* przylegania do powierzchni z materiałów stosowanych w przemyśle spożywczym do kontaktu z żywnością, takich jak silikon, lateks, poliwęglan, stal nierdzewna, szkło i polichlorek winylu, na co istotny wpływ może mieć wytwarzanie przez ten gatunek zewnątrzkomórkowych polisacharydów [42].

Występowanie *Cronobacter* w żywności pochodzenia zwierzęcego i roślinnego

Pierwsze dane o zanieczyszczeniu PIF bakteriami z rodzaju *Cronobacter* (wtedy jako *Enterobacter sakazakii*) pochodzą z publikacji Muytjens i wsp. [36], w której wykazano obecność *Enterobacteriaceae* w 52,2% próbek PIF z kilkudziesięciu krajów, z czego 14% próbek zawierało *E. sakazakii* (25 lat później szczepy wówczas wyizolowane i zakwalifikowane jako *E. sakazakii* po analizie sekwencji DNA sklasyfikowano jako *C. sakazakii*, *C. malonaticus* i *C. muytjensii*). W latach 90. XX w. i na początku XXI w. na fali odnotowywanych przypadków zakażeń u noworodków, a także niepokojących wyników badań wstępnych ukazało się wiele publikacji monitorujących występowanie *Cronobacter* spp. w żywności dla niemowląt i małych dzieci oraz w mleku w proszku [8, 26, 28].

Dane piśmiennictwa z różnych krajów podają, że zanieczyszczenie *Cronobacter* spp. w sproszkowanych mieszankach dla niemowląt i/lub pokrewnych produktach dotyczy od 0,9 do 18,2% badanych próbek [26, 28, 46].

Z badań próbek mleka w proszku wynika, że *Cronobacter* spp. izolowane były z 1,4–12,0% próbek [20, 44]. Kandhai i wsp. [28] wykryli *Cronobacter* spp. w 4,0% próbek mleka w proszku, ale nie stwierdzili tych drobnoustrojów w równolegle pobieranych próbkach surowego mleka krowiego. Wydaje się zatem, że surowe mleko nie było źródłem tych mikroorganizmów, a zanieczyszczenie mleka w proszku i innych produktów mlecznych pochodziło ze środowiska produkcyjnego. *Cronobacter* spp. izolowane były z mleka pasteryzowanego [34], serów [9, 11] oraz serwatki w proszku [20].

Pewną wiedzę na temat źródeł zanieczyszczenia produktów mięsnych omawianymi drobnoustrojami przyniosły badania Turcovský et al. [44], którzy obecność *Cronobacter* spp. stwierdzili tylko w 1,6% próbek mięsa surowego i w aż 35,4% próbek surowego mięsa mielonego z przyprawami, a wyizolowali oprócz *C. sakazakii* także szczepy *C. dublinensis* i *C. malonaticus*. Z wyników badań przeprowadzonych w różnych krajach wynika, że *Cronobacter* spp. występują w ok. 3 – 16% próbek mięsa różnych gatunków zwierząt [35] oraz surowcach i produktach morskich [31].



Podobnie jak w przypadku wielu innych przedstawicieli rodziny *Enterobacteriaceae*, naturalnym siedliskiem *Cronobacter* spp. wydaje się jest środowisko roślinne. W Polsce *Cronobacter* spp. stwierdzone były w 30,0% próbek sałat oraz 75,0% próbek kiełków różnych roślin [4]. Zanieczyszczenie warzyw w innych krajach wahało się od 4% do nawet 70% [37, 43, 44]. W przypadku owoców odsetek próbek pozytywnych wynosił 7 - 27% [3].

Występowanie *Cronobacter* spp. jest szczególnie częste (nawet w 100% badanych próbek) w mąkach, płatkach i innych produktach zbożowych [6, 7, 33], a także orzechach i owocach suszonych [5] oraz przyprawach i ziołach [18].

Wymagania prawne dotyczące występowania *Cronobacter* spp. w żywności

Obecność *Cronobacter* spp. regulowana jest w obrębie kryteriów bezpieczeństwa żywności jedynie w przypadku preparatów w proszku do początkowego żywienia niemowląt i żywności dietetycznej w proszku specjalnego przeznaczenia medycznego przeznaczonej dla dzieci w wieku do 6 miesięcy [40]. Badania realizowane powinny być z zastosowaniem zapisów normy EN ISO 22964:2017 Mikrobiologia łańcucha żywnościowego: Horyzontalna metoda wykrywania *Cronobacter* spp. Wymagania przewidują nieobecność *Cronobacter* spp. w 10-gramowych próbkach preparatów (przy $n = 30$ i $c = 0$).

Podsumowanie

Surowce pochodzenia roślinnego wydają się być jednym z najbardziej prawdopodobnych naturalnych rezerwuarów *Cronobacter* spp. Ich niskie i rzadkie występowanie w produktach pochodzenia zwierzęcego wskazuje, że tego typu produkty nie stanowią naturalnych źródeł *Cronobacter* spp., a zatem żywność ta ulega zanieczyszczeniu na niektórych etapach procesu produkcyjnego.

Zdolność *Cronobacter* spp. do wytwarzania biofilmów, w połączeniu z ich opornością na środki dezynfekujące i odkażające, podkreśla znaczenie zasad czyszczenia i dezynfekcji miejsc przygotowywania żywności, pojemników i naczyń do przygotowywania i podawania preparatów dla noworodków oraz żywności dla dorosłych w warunkach szpitalnych oraz domowych.

Kontrola zanieczyszczenia różnych produktów spożywczych przez *Cronobacter* spp., zrozumienie wpływu warunków przetwarzania żywności na przeżywalność i rozwój tych drobnoustrojów przyczyniłoby się pozytywnie do zmniejszenia ryzyka zdrowotnego dla ludzi.

Literatura

1. Aksu F., Sandikci Altunatmaz S., Issa G., Aksoy A., Aksu H. (2018). Prevalence of *Cronobacter* spp. in various foodstuffs and identification by multiplex PCR. Food Science and Technology 39(3), 729-734.
2. Almajed F.S., Forsythe S.J. (2016). *Cronobacter sakazakii* clinical isolates overcome host barriers and evade the immune response. Microbiology Pathogens 90, 55-63.
3. Berthold-Pluta A., Pluta A., Stasiak-Różańska L., Garbowska M. (2018). Members of the *Cronobacter* genus – characteristics and prevalence in food. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 594, 3–15.
4. Berthold-Pluta A., Garbowska M., Stefańska I., Pluta A. (2017). Microbiological quality of selected ready-to-eat leaf vegetables, sprouts and non-pasteurized fresh fruit-vegetable juices including the presence of *Cronobacter* spp. Food Microbiol. 65, 221-230.
5. Berthold-Pluta A., Garbowska M., Stefańska I., Stasiak-Różańska L., Aleksandrak-Piekarczyk T., Pluta A. (2021). Microbiological Quality of Nuts, Dried and Candied Fruits, Including the Prevalence of *Cronobacter* spp. Pathogens, 10(7), 900.



6. Brandão M.L.L., Umeda N.S., Jackson E., Forsythe S.J., de Filippis I. (2017). Isolation, molecular and phenotypic characterization, and antibiotic susceptibility of *Cronobacter* spp. from Brazilian retail foods. *Food Microbiol.* 63, 129-138.
7. Cetinkaya E., Joseph S., Ayhan K., Forsythe S.J. (2013). Comparison of methods for the microbiological identification and profiling of *Cronobacter* species from ingredients used in the preparation of infant formula. *Mol. Cell. Probes* 27, 60-64.
8. Chap J., Jackson P., Siqueira R., Gaspar N., Quintas C., Park J., Osaili T., Shaker R., Jaradat Z., Hartantyo S.H.P., Abdullah Sani N., Estuningsih S., Forsythe S.J. (2009). International survey of *Cronobacter sakazakii* and other *Cronobacter* spp. in follow up formulas and infant foods. *Int. J. Food Microbiol.* 136, 185-188.
9. Chaves-Lopez C., De Angelis M., Martuscelli M., Serio A., Paparella A., Suzzi G. (2006). Characterization of *Enterobacteriaceae* isolated from an artisanal Italian ewe's cheese (Pecorino Abruzzese). *J. Appl. Microbiol.* 101, 353-360.
10. Drudy D., Mullane N.R., Quinn T., Wall P.G., Fanning S. (2006). Food safety: *Enterobacter sakazakii*: an emerging pathogen in powdered infant formula. *Clinical and Infection Disease* 42, 996-1002.
11. El-Sharoud W.M., El-Din M.Z., Ziada D.M., Ahmed S.F., Klena J.D. (2008). Surveillance and genotyping of *Enterobacter sakazakii* suggest its potential transmission from milk powder into imitation recombined soft cheese. *J. Appl. Microbiol.* 105, 559-566.
12. FAO-WHO (2004). *Enterobacter sakazakii* and other microorganisms in powdered infant formula. Microbiological Risk Assessment Series 6, WHO, Geneva, Switzerland.
13. FAO-WHO (2006). *Enterobacter sakazakii* and *Salmonella* in powdered infant formula. Microbiological Risk Assessment Series 10, WHO, Geneva, Switzerland.
14. FAO-WHO (2008). *Enterobacter sakazakii* (*Cronobacter* spp.) in powdered follow-up formula. Microbiological Risk Assessment Series 15, WHO, Geneva, Switzerland.
15. Feeney A., Kropp K.A., O'Connor R., Sleator R.D. (2014). *Cronobacter sakazakii*: stress survival and virulence potential in an opportunistic foodborne pathogen. *Gut Microbes* 5, 6, 711-718.
16. Forsythe S.J. (2018). Updates on the *Cronobacter* genus. *Annual Review of Food Science and Technology* 9, 23-44.
17. Forsythe S.J., Dickins B., Jolley K.A. (2014). *Cronobacter*, the emergent bacterial pathogen *Enterobacter sakazakii* comes of age; MLST and whole genome sequence analysis. *BMC Genomics* 15, 1121.
18. Garbowska M., Berthold-Pluta A., Stasiak-Różańska L. (2015). Microbiological quality of selected spices and herbs including the presence of *Cronobacter* spp. *Food Microbiol.* 49, 1-5.
19. Healy B., Cooney S., O'Brien S., Iversen C., Whyte P., Nally J. i wsp. (2010). *Cronobacter* (*Enterobacter sakazakii*): an opportunistic foodborne pathogen. *Foodborne Pathogens and Disease* 7, 339-350.
20. Heperkan D., Dalkilic-Kaya G., Juneja V.K. (2017). *Cronobacter sakazakii* in baby foods and baby food ingredients of dairy origin and microbiological profile of positive samples. *LWT - Food Sci. Technol.* 75, 402-407.
21. Hochel I., Růžicková H., Krásný L., Demnerová K. (2012). Occurrence of *Cronobacter* spp. in retail foods. *J. Appl. Microbiol.* 112, 1257-1265.
22. Hsiao W.L., Ho W.L., Chou C.C. (2010). Sub-lethal heat treatment affects the tolerance of *Cronobacter sakazakii* BCRC 13988 to various organic acids, simulated gastric juice and bile solution. *International Journal of Food Microbiology* 144(2), 280-284.
23. Huang Y.T., Cheng K.C., Yu R.C., Chou C.C. (2013). Effect of ethanol shock pretreatment on the tolerance of *Cronobacter sakazakii* BCRC 13988 exposed to subsequent lethal stresses. *Foodborne Pathogens and Disease* 10(2), 165-170.
24. Hurrell E., Kucerova E., Loughlin M., Caubilla-Barron J., Forsythe S.J. (2009). Biofilm formation on enteral feeding tubes by *Cronobacter sakazakii*, *Salmonella* serovars and other *Enterobacteriaceae*. *International Journal of Food Microbiology* 136(2), 227-231.
25. Jang S.R., Bang W.S. (2011). Acid resistance of *Cronobacter sakazakii*. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 31(4), 551-556.
26. Jaradat Z., Ababneh Q., Saadoun I., Samara N., Rashdan A. (2009). Isolation of *Cronobacter* spp. (formerly *Enterobacter sakazakii*) from infant food, herbs and environmental samples and the subsequent identification and confirmation of the isolates using biochemical, chromogenic assays, PCR and 16S rRNA sequencing. *BMC Microbiol.* 9, 225-235.



27. Jung M.K., Park J.H. (2006). Prevalence and thermal stability of *Enterobacter sakazakii* from unprocessed ready-to-eat agricultural products and powdered infant formulas. *Food Science and Biotechnology* 15, 152-157.
28. Kandhai M.C., Heuvelink A.E., Reij M.W., Beumer R.R., Dijk R., van Tilburg J.J.H., van Schothorst M., Gorris L.G.M. (2010). A study into the occurrence of *Cronobacter* spp. in The Netherlands between 2001 and 2005. *Food Control* 21, 1127-1136.
29. Kilonzo-Nthenge A., Rotich E., Godwin S., Nahashon S., Chen F. (2012). Prevalence and antimicrobial resistance of *Cronobacter sakazakii* isolated from domestic kitchens in middle Tennessee, United States. *J. Food Prot.* 75, 1512-1517.
30. Lenati R.F., O'Connor D.L., H'ebert K.C., Farber J.M., Pagotto F.J. (2008). Growth and survival of *Enterobacter sakazakii* in human breast milk with and without fortifiers as compared to powdered infant formula. *International Journal of Food Microbiology* 122, 171-179.
31. Li Ch., Zeng H., Zhang J., Luo D., Chen M., Lei T., Yang X., Wu H., Cai S., Ye Y., Ding Y., Wang J., Wu Q. (2020). *Cronobacter* spp. isolated from aquatic products in China: Incidence, antibiotic resistance, molecular characteristic and CRISPR diversity, *International Journal of Food Microbiology* 335, 108857.
32. Li P.T., Hsiao W.L., Yu R.C., Chou C.C. (2013). Effect of heat shock on the fatty acid and protein profiles of *Cronobacter sakazakii* BCRC 13988 as well as its growth and survival in the presence of various carbon, nitrogen sources and disinfectants. *Food Microbiology* 36(2), 142-148.
33. Lou X., Si G., Yu H., Qi J., Liu T., Fang Z. (2014). Possible reservoir and routes of transmission of *Cronobacter* (*Enterobacter sakazakii*) via wheat flour. *Food Control* 43, 258-262.
34. Maćkiw E., Rzewuska K., Tomczuk K., Izak D., Stoś K. (2011). Występowanie *Cronobacter* sp. w wybranych produktach spożywczych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 77, 172-178.
35. Mohammed M.A., Sallam K.I., Tamura T. (2015). Prevalence, identification and molecular characterization of *Cronobacter sakazakii* isolated from retail meat products. *Food Control* 53, 206-211.
36. Muijtens H.L., Roelofs-Willems H., Jaspas G.H. (1988). Quality of powdered substitutes for breast milk with regard to members of the family *Enterobacteriaceae*. *Journal of Clinical Microbiology* 26, 743-746.
37. Ogihara H., Kiribe N., Fukuda N., Furukawa S., Morinaga Y., Igimi S. (2014). *Cronobacter* spp. in commercially available dried food in Japan. *Biocontrol Science* 19, 209-213.
38. Patrick M.E., Mahon B.E., Greene S.A., Rounds J., Cronquist A., Wymore K., Boothe E., Lathrop S., Palmer A., Bowen A. (2014). Incidence of *Cronobacter* spp. infections, United States, 2003-2009. *Emerging Infectious Diseases* 20(9), 1520-1523.
39. Pava-Ripoll M., Goeriz Pearson R.E., Miller A.K., Ziobro G.C. (2012). Prevalence and relative risk of *Cronobacter* spp., *Salmonella* spp., and *Listeria monocytogenes* associated with the body surfaces and guts of individual filth flies. *Applied and Environmental Microbiology* 78, 7891-7902.
40. ROZP. KOMISJI (WE) NR 2073/2005 z dnia 15 listopada 2005 r. w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych (wraz z późniejszymi zmianami)
41. Seung-Ju K., Young-Min B., Sun-Young L. (2012). Stress response of acid-shocked *Cronobacter sakazakii* against subsequent acidic pH, mild heat, and organic acids. *Food Science and Biotechnology* 21(1), 205-210.
42. Singh N., Patil A., Prabhune A., Goel G. (2016). Inhibition of quorum-sensing-mediated biofilm formation in *Cronobacter sakazakii* strains. *Microbiology* 162, 1708-1714.
43. Singh N., Goel G., Raghav M. (2015). Prevalence and characterization of *Cronobacter* spp. from various foods, medicinal plants, and environmental samples. *Curr. Microbiol.* 71, 31-38.
44. Turcovský I., Kuniková K., Drahovská H., Kačířková E. (2011). Biochemical and molecular characterization of *Cronobacter* spp. (formerly *Enterobacter sakazakii*) isolated from foods. *Antonie van Leeuwenhoek* 99, 257-269.
45. Ueda S. (2017). Occurrence of *Cronobacter* spp. in dried foods, fresh vegetables and soil. *Biocontrol Science* 22(1), 55-59.
46. Xin G., Yinping D., Shaofei Y., Yujie H., Fanning S., Jiahui W., Fengqin L. (2018). Contamination and characterization of multiple pathogens in powdered formula at retail collected between 2014 and 2015 in China. *Food Control* 87, 40-45.