

Bakterie z rodzaju *Arcobacter* – potencjalnym zagrożeniem bezpieczeństwa żywności

JAROSŁAW BYSTRON, PAWEŁ KRUPA, MAGDALENA PODKOWIK, JACEK BANIA

Katedra Higieny Żywności i Ochrony Zdrowia Konsumenta, Wydział Medycyny Weterynaryjnej,
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. C. K. Norwida 31, 50-375 Wrocław

Bystron J., Krupa P., Podkowik M., Bania J.

Arcobacter spp. – a potential risk for food safety

Summary

The genus *Arcobacter* was included in the family *Campylobacteraceae* in 1991, and currently consists of fourteen species, of which *A. butzlerii*, *A. cryaerophilus*, and *A. skirrowii* have been associated with human and animal diseases. *Arcobacter* spp. have been isolated from food, mainly from products of animal origin, with the highest prevalence in chickens, followed by pork and beef. The bacteria have been commonly detected in chicken carcasses and in the intestinal content of birds. The faecal contamination is regarded as the main route of transmission of *Arcobacter* spp. into poultry carcasses. Additionally, these bacteria can attach to water pipes and are able to survive in the slaughterhouse environment under chilled conditions. Apart from poultry and other meat, *Arcobacter* spp. have been isolated from drinking water reservoirs, sewage, faeces of healthy animals and from animals affected by various diseases, including abortion, mastitis, septicaemia, and enteritis. Recent evidence suggests that *Arcobacter* spp., especially *A. butzleri*, may be involved in human enteric diseases. Occasionally, these bacteria have also been found in cases of human extraintestinal diseases. Until present, little is known about the infection dose, mechanisms of pathogenicity, and virulence factors of *Arcobacter* spp. Consumption of raw or poorly cooked contaminated food of animal origin, mainly poultry, is the most likely source of human poisoning. The actual role of *Arcobacter* spp. in human diseases is probably underestimated because of the lack of standardized identification methods and routine detection procedures.

Keywords: *Arcobacter* spp., poultry, enteritis, food safety

Bakterie z rodzaju *Arcobacter* po raz pierwszy wyizolowano w 1977 r. z martwego płodu bydłęcego (14). Ze względu na podobieństwo do bakterii *Campylobacter* sp. i możliwość wzrostu w warunkach tlenowych początkowo określano je „tolerującymi tlen” *Campylobacter* (42), a następnie *Campylobacter cryaerophila* (43). Ostatecznie Vandamme i De Ley (56) w 1991 r. zaproponowali dla tych drobnoustrojów utworzenie osobnej grupy taksonomicznej – *Arcobacter* sp., należącej wspólnie z rodzajem *Campylobacter* do rodziny *Campylobacteraceae*. Obecnie rodzaj *Arcobacter* obejmuje czternaście gatunków: *A. butzleri*, *A. cryaerophilus*, *A. skirrowii*, *A. nitrofigilis* (58), *A. cibarus* (26), *A. halophilus* (10), *A. mytili* (7), *A. thereius* (25), *A. defluvii* (9), *A. molluscorum* (19), *A. marinus* (32), *A. trophiarum* (53), *A. bivalviorum* oraz *A. venerupis* (36).

Drobnoustroje z rodzaju *Arcobacter* to Gram-ujemne, nieprzetrwalnikujące pałeczki, długości 0,5-3,0 µm i szerokości 0,2-0,9 µm, posiadające zdolność ruchu dzięki obecności pojedynczej wici umieszczonej na biegunie komórki. Wzrastają w temperaturach od 15°C do 42°C, w warunkach tlenowych, jednakże ob-

nizenie zawartości tlenu do poziomu 3-10% znacznie ułatwia ich rozwój (56). Zdolność bakterii *Arcobacter* sp. do namnażania się w temperaturze 15°C oraz w warunkach tlenowych odróżnia je od blisko spokrewnionych drobnoustrojów z rodzaju *Campylobacter* wymagających do swojego wzrostu wyższych temperatur i warunków mikroaerofilnych.

W początkowym okresie *Arcobacter* sp. izolowano głównie z materiału pochodzącego od zwierząt chorych, jednakże badania przeprowadzone w ostatnich latach wykazały ich obecność także u zdrowych zwierząt gospodarskich. Drobnoustroje te wyisobniono z przewodu pokarmowego krów (30), świń (27), kur (23), koni i owiec (11). Ich obecność stwierdzono także w żywności pochodzenia zwierzęcego, głównie w produktach drobiowych (21, 31, 50), a także w wodzie gruntowej, w rzekach, jeziorach oraz w ściekach komunalnych (28, 39). Najczęściej spotykanymi gatunkami z rodzaju *Arcobacter* są: *A. butzleri*, *A. cryaerophilus* oraz *A. skirrowii*, które uważa się za potencjalnie patogenne dla ludzi, a za główne źródło infekcji uznaje się żywność pochodzenia zwierzęcego oraz wodę. W niniejszym opracowaniu opisano występowanie

Arcobacter sp. u zwierząt gospodarskich, w żywności oraz przedstawiono dane dotyczące ich patogenności i zachorowań ludzi.

Występowanie *Arcobacter* sp. u zwierząt gospodarskich

Bakterie z rodzaju *Arcobacter* izolowano z przewodu pokarmowego zdrowych zwierząt gospodarskich, przy czym częstotliwość ich występowania różniła się w zależności od gatunku zwierzęcia, jak i kraju, w którym wykonano badanie. Ich obecność stwierdzano w kale zdrowych świń, krów i drobiu, rzadziej owiec oraz koni (11, 13, 27, 30). Badania wykonane w ubojniach zwierząt w Belgii wykazały obecność szczepów *Arcobacter* sp. w 44% próbek kału świń i 39% krów (11). Podobna analiza przeprowadzona w Japonii wykazała częstsze występowanie tych bakterii u świń (10%) niż u krów (3,6%), (30). Zbliżone wyniki uzyskano w badaniach wykonanych w fermach bydła i świń. Analiza grupy zwierząt będących nosicielami *Arcobacter* sp. dowiodła, iż bakterie te w liczbie 10^2 jtk/g częściej stwierdzano w kale świń (45%) niż bydła (27%) (12, 13). Obecność *Arcobacter* sp. wykazano także u macior w USA (27), bydła w Hiszpanii (60) i w Turcji (5). Konie oraz owce mogą również być nosicielami *Arcobacter* sp. w przewodzie pokarmowym (11, 20).

Drobnoustroje z rodzaju *Arcobacter* są bardzo często izolowane z tuszek kurcząt rzeźnych, co mogłoby sugerować, iż zasiedlają przewód pokarmowy ptaków, skąd w trakcie uboju i procesów produkcji są przenoszone na tuszki. Dane dotyczące występowania *Arcobacter* w przewodzie pokarmowym ptaków są jednak rozbieżne. Houf i wsp. (24), mimo częstej izolacji bakterii z rodzaju *Arcobacter* z powierzchni tuszek kurcząt w Belgii, nie stwierdzili ich obecności w treści jelit ptaków badanych przed ubojem. Podobne rezultaty uzyskano w Wielkiej Brytanii oraz w Portugalii (18, 21). Nieznaczny odsetek izolacji wykazali Wesley i Baetz (61), którzy zidentyfikowali te mikroorganizmy w 1% i 3% wymazów z kloaki, odpowiednio, 8- i 28-tygodniowych kurcząt. Podczas badań wykonanych w Danii wyosobniono szczepy *Arcobacter* sp. z 72% (4), a w Japonii (30) z 14,6% wymazów pobranych z kloaki kurcząt na fermie. Badania przeprowadzone w Holandii (23) wykazały obecność *Arcobacter* sp. w przewodzie pokarmowym w pięciu stadach kur. W poszczególnych stadach częstość występowania bakterii wahała się w granicach od 3% do 85%, przy czym najczęściej wyosabniano je z jelita krętego. Autorzy porównali też genotyp szczepów wyizolowanych z przewodu pokarmowego oraz z tuszek drobiowych, wykazując w kilku przypadkach całkowitą ich zgodność. Badaniem objęto również wodę z sieci miejskiej, jako ewentualne źródło kontaminacji, jednakże w żadnej z próbek nie stwierdzono obecności drobnoustrojów z rodzaju *Arcobacter*. Uzyskane wyniki skłoniły autorów do wyciągnięcia wniosku, iż treść

pokarmowa jelit ptaków jest podstawowym źródłem zanieczyszczenia tuszek drobiowych i dalszego rozprzestrzenienia bakterii *Arcobacter* sp. w środowisku zakładów przetwórstwa drobiowego.

Bakterie z rodzaju *Arcobacter* izolowano również od chorych zwierząt gospodarskich. Najczęściej wyosabniano je od bydła z objawami zapalenia jelit, wymion i macicy, a także z martwych płodów (14, 37, 58). U pozostałych gatunków zwierząt izolowano je głównie z poronionych płodów (44, 51). Badania przeprowadzone przez Ona i wsp. (46) wskazują na powiązanie występowania *Arcobacter* sp. z poronieniami u świń, gdyż bakterie te stanowiły dominującą florę wśród 23 z 55 badanych płodów. W żadnym z przypadków nie stwierdzono obecności klasycznej patogennej mikroflory związanej z poronieniami. *Arcobacter* sp. wyosobniono także z nasienia świń, wskazując na możliwość transmisji drobnoustrojów drogą płciową (45). Poza zwierzętami gospodarskimi *Arcobacter* sp. izolowano od zdrowych kotów i psów (16, 47), żółwi z Galapagos, gazeli (63) oraz małp *Rhesus* z objawami enteritis (2).

Występowanie *Arcobacter* sp. w żywności

Żywnością, z której najczęściej izolowane są szczepy *Arcobacter* sp., są tuszki drobiowe. Badania wykonane w ubojni w Portugalii wykazały obecność *A. butzleri* we wszystkich (100%) tuszkach kurcząt rzeźnych (18). Podobne, stuprocentowe zanieczyszczenie tuszek wykazano w Danii (4), a w Australii i Holandii przekraczało ono 70% (23, 50). W Japonii obecność *Arcobacter* sp. stwierdzono w 23% badanych tuszek drobiowych (31). Drobnoustroje te często wyosabniano ze środowiska zakładów drobiarskich, zarówno z części brudnej zakładu, np. oparzalnika czy skubarek, jak i z czystej, tj. myjek, schładzalników czy taśm transportowych (18, 24). Obecność *Arcobacter* sp. stwierdzano w wymazach pobranych z urządzeń zarówno przed rozpoczęciem procesu uboju, jak i w kilka dni po jego zakończeniu, co świadczy o ich dużej zdolności adaptacji do środowiska zakładu (24). Bakterie *Arcobacter* sp. łatwo tworzą biofilm w stalowych, miedzianych i plastikowych rurach sieci wodociągowej, co dodatkowo utrudnia ich eliminację i stanowi stałe źródło zanieczyszczenia zakładu (3). Zdolność do adherencji do powierzchni abiotycznych oraz wzrostu w niskich temperaturach, odróżniające bakterie z rodzaju *Arcobacter* od *Campylobacter* sp., uważane są za główne czynniki ułatwiające *Arcobacter* sp. rozprzestrzenianie w środowisku ubojni drobiu (22).

Drobnoustroje te izolowano również z wieprzowiny oraz wołowiny, ale z niską częstotliwością. W Japonii ich obecność stwierdzono w 7% próbek wieprzowiny i 2% wołowiny, w Australii, odpowiednio, w 29% i 22%, a w Belgii w 53% i 31% próbek (8, 31, 50). Pojedyncze publikacje informują o izolacji *Arcobacter* sp. z mięsa króliczego oraz z baraniny (8, 50). Drobn-

noustroje te wyosabniano z surowego mleka, pochodzącego zarówno od krów z objawami *mastitis*, jak i niewykazujących jakichkolwiek objawów chorobowych (15, 37). Ze względu na występowanie *Arcobacter sp.* w przewodzie pokarmowym za podstawową drogę transmisji tych bakterii do produktów mięsnych uznaje się zanieczyszczenie tusz zwierzęcych treścią przewodu pokarmowego w trakcie uboju. Podobnie zanieczyszczenie wymienia, związane z niskim poziomem higieny doju jest główną przyczyną ich występowania w mleku surowym. Adaptacji *Arcobacter sp.* do środowiska żywności sprzyja zdolność do przetrwania w temperaturach chłodniczych oraz możliwość wzrostu w obecności NaCl o stężeniu 4% (52).

Bakterie z rodzaju *Arcobacter* identyfikowano także w wodach gruntowych, rzekach, jeziorach oraz wodzie pitnej (28, 40, 41). Niewiele wiadomo na temat wpływu procesów uzdatniania wody na przeżywalność *Arcobacter sp.* w wodzie spożywczej, aczkolwiek Rice i wsp. (49) wykazali, iż chlorowanie wody hamowało wzrost *A. butzleri*. W wodzie niechlorowanej liczba komórek *A. butzleri* pozostawała na niezmiennym poziomie przez pierwsze 3 dni, a po 16 dniach ulegała obniżeniu do wartości uniemożliwiającej detekcję (39). Prawdopodobną przyczyną występowania *Arcobacter sp.* w zbiornikach wodnych jest ich zanieczyszczenie odchodami zwierząt, a nieadekwatny proces uzdatniania, utrudniany tworzeniem przez bakterie biofilmu, powoduje, że woda spożywcza może stanowić źródło zanieczyszczenia żywności.

Występowanie i patogenność *Arcobacter sp.* w kontekście zachorowań ludzi

Drobnoustroje z rodzaju *Arcobacter*, a głównie *A. butzleri*, *A. cryaerophilus* oraz *A. skirrowii* kojarzone są z występowaniem *gastroenteritis* u ludzi. Klinicznymi objawami infekcji wywołanej przez *Arcobacter sp.* są najczęściej wodnista biegunka i ból brzucha, rzadziej nudności i wymioty (59). W badaniach przeprowadzonych we Francji i Belgii, *A. butzleri* był czwartym, co do częstości, drobnoustrojem z rodziny *Campylobacteriaceae* izolowanym z kału pacjentów z objawami zapalenia jelit (48, 59). Badania wykonane w Meksyku i Indiach wykazały obecność *A. butzleri* u 8% chorych z objawami *gastroenteritis* (29). *A. butzleri* wyosobniano także od dzieci z biegunką w Tajlandii (54), od uczniów z nawracającymi bólami brzucha we Włoszech (58) oraz od gości ceremonii ślubnej w USA, u których stwierdzono objawy biegunki i bólu brzucha (34). W tym ostatnim przypadku, wykazano, że prawdopodobną przyczyną zbiorowego zatrucia było spożycie niedopieczonego mięsa drobiowego. *A. cryaerophilus* wyizolowano od pacjenta z nawracającymi bólami brzucha i sporadyczną biegunką, a *A. skirrowii* od osoby z chroniczną biegunką (55, 64). We Włoszech Fera i wsp. (17) stwierdzili częstsze występowanie *Arcobacter sp.* (79%) w przewodzie pokarmowym chorych na cukrzycę typu 2 niż u osób

zdrowych (26%). W Indiach drobnoustroj wyizolowano z kału chorych na AIDS z objawami biegunki (33). Wiek chorujących ludzi wahał się od 30 dni do 90 lat, przy czym głównie były to osoby w bardzo podeszłym wieku lub niemowlęta (22). Należy dodać, że rzeczywisty udział *Arcobacter sp.* w wywoływaniu biegunek u ludzi jest z pewnością niedoszacowany, co wiąże się, z jednej strony, z brakiem rutynowych metod wykrywania ich obecności, a z drugiej – z trudnością hodowli.

Arcobacter sp. wyosobniono także od ludzi z objawami infekcji pozajelitowych – od chorych z bakteriami z objawami marskości wątroby oraz martwiczego zapalenia wyrostka robaczkowego (35, 65). Niezwiązane z *gastroenteritis* zachorowania wywołane przez *Arcobacter sp.* najczęściej dotyczyły osób z osłabionym układem odpornościowym lub chorobami systemowymi.

Mimo iż rodzaj *Arcobacter* utworzono już ponad dwadzieścia lat temu, a od tego czasu zgromadzono wiele danych dotyczących ich występowania w żywności oraz powiązania z zachorowaniami ludzi, to wiedza na temat patogenności *Arcobacter sp.* jest wciąż bardzo skąpa. W badaniach *in vitro* wykazano, że większość szczepów *A. butzleri* oraz *A. cryaerophilus*, pochodzących z żywności i od ludzi wywierała efekt cytotoksyczny na hodowle linii komórkowych HeLa, Vero, INT407, Caco-2 oraz HEp-2. Z kolei zdolność adhezji i inwazji linii komórkowych posiadały głównie szczepy *A. butzleri* oraz *A. cryaerophilus* pochodzące od ludzi (6, 59). Patogenność *Arcobacter sp.* oceniania była sporadycznie na zwierzętach, takich jak: pstrągi, szczury i prosięta. W badaniach przeprowadzonych na pstrągach tęczowych wykazano, że u ryb zakażonych szczepem *A. cryaerophilus* w liczbie od 5×10^4 jtk do 1×10^6 jtk dochodziło do uszkodzenia wątroby i krwotocznego zapalenia nerek, co w efekcie doprowadziło do ich śmierci (66). U szczurów, którym doustnie podano mieszaninę szczepów *A. butzleri* i *A. cryaerophilus* w liczbie 10^9 jtk, zaobserwowano zmiany w postaci martwiczego zapalenia jelit cienkich, doświadczalne zakażenie nie wywołało jednak śmierci żadnego ze zwierząt (1). Wyniki badań wykonanych na jednodniowych prosiętach wykazały, że szczepy *A. butzleri* były zdolne do przełamania bariery jelitowej, wywołując zakażenie wątroby i nerek (62).

W analizie genomu *A. butzleri* stwierdzano obecność genów czynników wirulencji homologicznych do *C. jejuni*, takich jak: gen białka wiążącego fibronektynę (*cadF*), gen fosfolipazy (*pldA*), hemolizyny (*tlyA*) oraz czynnika wirulencji (*mviN*). Nie wiadomo jednak, czy pełnią one funkcję czynników wirulencji *A. butzleri* (38).

Podsumowanie

Z przedstawionych danych wynika, iż obecność *Arcobacter sp.* w produktach spożywczych może stanowić zagrożenie dla mikrobiologicznego bezpieczeń-

stwa żywności. Ze względu na częste zanieczyszczenie tuszek drobiowych tymi drobnoustrojami niedopieczony czy niedosmażony mięso należy uznać za podstawowe zagrożenie zdrowia ludzi. Brak standardowych metod detekcji pozwala przypuszczać, że rzeczywisty udział *Arcobacter* sp. w zatruciach pokarmowych ludzi jest niedoszacowany. W celu określenia rzeczywistego ryzyka, jakie stwarza obecność tego drobnoustroju w żywności, konieczne jest ustalenie dawki wywołującej zatrucie, a także mechanizmu zakażenia oraz patogenności bakterii *Arcobacter* sp.

Piśmiennictwo

- Adesiji Y. O., Benjamin E. O., Jannet O. O.: Histopathological changes associated with experimental infection of *Arcobacter butzleri* in albino rats. *Sierra Leone J. Biomed. Res.* 2009, 1, 4-9.
- Anderson K. F., Kiehlbauch J. A., Anderson D. C., McClure H. M., Wachsmuth I. K.: *Arcobacter* (Campylobacter) butzleri-associated diarrheal illness in a nonhuman primate population. *Infect. Immun.* 1993, 61, 2220-2223.
- Assanta M. A., Roy D., Lemay M. J., Montpetit D.: Attachment of *Arcobacter butzleri*, a new waterborne pathogen, to water distribution pipe surfaces. *J. Food. Prot.* 2002, 65, 1240-1247.
- Atabay H. I., Waino M., Madsen M.: Detection and diversity of various *Arcobacter* species in Danish poultry. *Int. J. Food Microbiol.* 2006, 109, 139-145.
- Aydin F., Fumossy K. S., Atabay H. I., Ica T., Abay S.: Prevalence and distribution of *Arcobacter* species in various sources in Turkey and molecular analysis of isolated strains by ERIC-PCR. *J. Appl. Microbiol.* 2007, 103, 27-35.
- Carbone M., Maugeri T. L., Giannone M., Gugliandolo C., Midiri A., Fera M. T.: Adherence of environmental *Arcobacter butzleri* and *Vibrio* spp. isolates to epithelial cells in vitro. *Food Microbiol.* 2003, 20, 611-616.
- Collado L., Cleenwerck I., Stefanie V. T., Paul D. V., Figueras M. J.: *Arcobacter mytili* sp. nov., an indoxyl acetate-hydrolysis-negative bacterium isolated from mussels. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2009, 59, 1391-1396.
- Collado L., Guarro J., Figueras M. J.: Prevalence of *Arcobacter* in meat and shellfish. *J. Food Prot.* 2009, 72, 1102-1106.
- Collado L., Levican A., Perez J., Figueras M. J.: *Arcobacter defluvii* sp. nov., isolated from sewage samples. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2011, 61, 2155-2161.
- Donachie S. P., Bowman J. P., On S. L. W., Alam M.: *Arcobacter halophilus* sp. nov., the first obligate halophile in the genus *Arcobacter*. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2005, 55, 1271-1277.
- Driessche E. van, Houf K., Van Hoof J., De Zutter L., Vandamme P.: Isolation of *Arcobacter* species from animal feces. *FEMS Microbiol. Lett.* 2003, 229, 243-248.
- Driessche E. van, Houf K., Vangroenweghe F., De Zutter L., Van Hoof J.: Prevalence, enumeration and strain variation of *Arcobacter* species in the faeces of healthy cattle in Belgium. *Vet. Microbiol.* 2005, 105, 149-154.
- Driessche E. van, Houf K., Vangroenweghe F., Nollet N., De Zutter L., Vandamme P., Van Hoof J.: Occurrence and strain diversity of *Arcobacter* species isolated from healthy Belgian pigs. *Res. Microbiol.* 2004, 155, 662-666.
- Ellis W. A., Neill S. D., O'Brien J. J., Ferguson H. W., Hanna J.: Isolation of spirillum/vibrio-like organisms from bovine foetuses. *Vet. Rec.* 1977, 100, 451-452.
- Ertas N., Yusuf D., Zafer G., Ahmet G., Ismail U.: Prevalence of *Arcobacter* species in drinking water, spring water, and raw milk as determined by multiplex PCR. *J. Food Prot.* 2010, 73, 2099-2102.
- Fera M. T., La Camera E., Carbone H., Malara D., Pennisi M. G.: Pet cats as carriers of *Arcobacter* spp. in Southern Italy. *J. Appl. Microbiol.* 2009, 106, 1661-1666.
- Fera M. T., Russo G. T., Di Benedetto A., La Camera E., Orlando A., Giandalia A., Ruffa V. F., Lanza G., Lentini V., Perdichizzi G., Cucinotta D.: High prevalence of *Arcobacter* carriage in older subjects with type 2 diabetes. *J. Biomed. Biotechnol.* 2010, doi: 10.1155/2010/489784.
- Ferreira S., Fraqueza M. J., Queiroz J. A., Domingues F. C., Oleastro M.: Genetic diversity, antibiotic resistance and biofilm-forming ability of *Arcobacter butzleri* isolated from poultry and environment from a Portuguese slaughterhouse. *Int. J. Food Microbiol.* 2013, 162, 82-88.
- Figueras M. J., Collado L., Levican A., Perez J., Solsona M. J., Yustes C.: *Arcobacter molluscorum* sp. nov., a new species isolated from shellfish. *Syst. Appl. Microbiol.* 2011, 34, 105-109.
- Garcia A. B., Steele W. B., Taylor D. J.: Prevalence and carcass contamination with *Campylobacter* in sheep sent for slaughter in Scotland. *J. Food Saf.* 2010, 30, 237-250.
- Gude A., Hillman T. J., Helps C. R., Allen V. M., Corry J. E. L.: Ecology of *Arcobacter* species in chicken rearing and processing. *Lett. Appl. Microbiol.* 2005, 41, 82-87.
- Ho H. T. K., Lipman L. J. A., Gastra W.: *Arcobacter*, what is known and unknown about a potential foodborne zoonotic agent! *Vet. Microbiol.* 2006, 115, 1-13.
- Ho H. T. K., Lipman L. J. A., Gastra W.: The introduction of *Arcobacter* spp. in poultry slaughterhouses. *Int. J. Food Microbiol.* 2008, 125, 223-229.
- Houf K., De Zutter L., Van Hoof J., Vandamme P.: Occurrence and distribution of *Arcobacter* species in poultry processing. *J. Food Prot.* 2002, 65, 1233-1239.
- Houf K., On S. L. W., Coenye T., Debruyne L., Smet S. D., Vandamme P.: *Arcobacter thereius* sp. nov., isolated from pigs and ducks. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2009, 59, 2599-2604.
- Houf K., On S. L. W., Coenye T., Mast J., Van Hoof J., Vandamme P.: *Arcobacter cibarius* sp. nov., isolated from broiler carcasses. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2005, 55, 713-717.
- Hume M. E., Harvey R. B., Stanker L. H., Droleskey R. E., Poole T. L., Zhang H. B.: Genotypic variation among *Arcobacter* isolates from a farrow-to-finish swine facility. *J. Food. Prot.* 2001, 64, 645-651.
- Jacob J., Woodward D., Feuerpfel I., Johnson W. M.: Isolation of *Arcobacter butzleri* in raw water and drinking water treatment plants in Germany. *Zentralbl. Hyg. Umweltmed.* 1998, 201, 189-198.
- Jiang Z. D., Dupont H. L., Brown E. L., Nandy R. K., Ramamurthy T., Sinha A.: Microbial etiology of traveller's diarrhea in Mexico, Guatemala, and India: importance of enterotoxigenic *Bacteroides* *Fragilis* and *Arcobacter* species. *J. Clin. Microbiol.* 2010, 1417-1419.
- Kabeya H., Maruyama S., Morita Y., Kubo M., Yamamoto K., Arai S., Izumi T., Kobayashi Y., Katsube Y., Mikami T.: Distribution of *Arcobacter* species among livestock in Japan. *Vet. Microbiol.* 2003, 93, 153-158.
- Kabeya H., Maruyama S., Morita Y., Ohsuga T., Ozawa S., Kobayashi Y., Abe M., Katsube Y., Mikami T.: Prevalence of *Arcobacter* species in retail meats and antimicrobial susceptibility of the isolates in Japan. *Int. J. Food Microbiol.* 2004, 90, 303-308.
- Kim H. M., Hwang C. Y., Cho B. C.: *Arcobacter marinus* sp. nov. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2011, 60, 531-536.
- Kownhar H., Shankar E. M., Rajan R., Vengatesan A., Rao U. A.: Prevalence of *Campylobacter jejuni* and enteric bacterial pathogens among hospitalized HIV infected versus non-HIV infected patients with diarrhoea in southern India. *Scand. J. Infect. Dis.* 2007, 39, 862-866.
- Lappi V., Archer J. R., Cebelski E., Leano F., Besser J. M., Klos R. F., Medus C., Smith K. E., Fitzgerald C., Davis J. P.: An outbreak of foodborne illness among attendees of a wedding reception in Wisconsin likely caused by *Arcobacter butzleri*. *Foodborne Pathog. Dis.* 2013, 10, 250-255.
- Lau S. K., Woo P. C., Teng J. L., Leung K. W., Yuen K. J.: Identification by 16S ribosomal RNA gene sequencing of *Arcobacter butzleri* bacteraemia in a patient with acute gangrenous appendicitis. *Mol. Pathology* 2002, 55, 182-185.
- Levican A., Collado L., Aguilar C., Yustes C., Dieguez A. L., Romalde J. L., Figueras M. J.: *Arcobacter bivalviorum* sp. nov., and *Arcobacter venerupis* sp. nov., new species isolated from shellfish. *Syst. Appl. Microbiol.* 2012, 35, 133-138.
- Logan E. F., Neill S. D., Mackie D. P.: Mastitis in dairy cows associated with aerotolerant *Campylobacter*. *Vet. Rec.* 1982, 110, 229-230.
- Miller W. G., Parker C. T., Rubenfield M. G. L., Wosten M. M., Ussery D. W., Stolz J. F.: The complete genome sequence and analysis of epsilonproteobacterium *Arcobacter butzleri*. *PLoS One*, 2007, 2, e1356.
- Moreno Y., Alonso J. L., Botella S., Ferrus M. A., Hernandez J.: Survival and injury of *Arcobacter* artificial inoculation into drinking water. *Res. Microbiol.* 2004, 155, 726-730.
- Moreno Y., Botella S., Alonso J. L., Ferrus M. A., Hernandez M., Hernandez J.: Specific detection of *Arcobacter* and *Campylobacter* strains in water and sewage by PCR and fluorescent in situ hybridization. *Appl. Environ. Microbiol.* 2003, 69, 1181-1186.
- Morita Y., Maruyama S., Kabeya H., Boonmar S., Nimsuphan B., Nagai A., Kozawa K., Nakajima T., Mikami T., Kimura H.: Isolation and phylogenetic analysis of *Arcobacter* spp. in ground chicken meat and environmental water in Japan and Thailand. *Microbiol. Immunol.* 2004, 48, 527-533.
- Neill S. D., Ellis W. A., O'Brien J. J.: Designation of aero-tolerant *Campylobacter*-like organism from porcine and bovine abortion to the genus *Campylobacter*. *Res. Vet. Sci.* 1979, 27, 180-186.
- Neill S. D., O'Brien J. J., Weatherup S. T., Ellis W. A.: Taxonomic position of *Campylobacter cryaerophila* species nov. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 1985, 35, 342-356.

44. Oliveira S. J. de, Baetz A. L., Wesley I. V., Harmon K. M.: Classification of *Arcobacter* species isolated from aborted pig fetuses and sows with reproductive problems in Brazil. *Vet. Microbiol.* 1997, 57, 347-354.
45. Oliveira S. J. de, Wesley I. V., Baetz A. L., Harmon K. M., Kader I. I., de Uzeda M.: *Arcobacter cryaerophilus* and *Arcobacter butzleri* isolated from preputial fluid of boars and fattening pigs in Brazil. *J. Vet. Diagn. Invest.* 1999, 11, 462-464.
46. On S. L. W., Jensen T. K., Bille-Hansen V., Jorsal S. E., Vandamme P.: Prevalence and diversity of *Arcobacter* spp. isolated from internal organs and spontaneous porcine abortions in Denmark. *Vet. Microbiol.* 2002, 85, 159-167.
47. Petersen R. F., Harrington C. S., Kortegaard H. E., On S. L. W.: A PCR-DGGE method for detection and identification of *Campylobacter*, *Helicobacter*, *Arcobacter* and related Epsilon-bacteria and its application to saliva samples from humans and domestic pets. *J. Appl. Microbiol.* 2007, 103, 2601-2615.
48. Prouzet-Mauléon V., Labadi L., Bouges N., Ménard A., Mégraud F.: *Arcobacter butzleri*: underestimated enteropathogen. *Emerg. Inf. Dis.* 2006, 12, 307-309.
49. Rice E. W., Rodgers M. R., Wesley I. V., Johnson C. H., Tanner S. A.: Isolation of *Arcobacter butzleri* from ground water. *Lett. Appl. Microbiol.* 1999, 28, 31-35.
50. Rivas L., Fegan N., Vanderlinde P.: Isolation and characterisation of *Arcobacter butzleri* from meat. *Int. J. Food Microbiol.* 2004, 91, 31-35.
51. Schroeder-Tucker L., Wesley I. V., Kiehlbauch J. A., Larson D. J., Thomas L. A., Erickson G. A.: Phenotypic and ribosomal RNA characterization of *Arcobacter* species isolated from porcine aborted fetuses. *J. Vet. Diagn. Invest.* 1996, 8, 186-195.
52. Shah A. H., Saleha A. A., Zunita Z., Murugaiyah M.: *Arcobacter* – an emerging threat to animals and animal origin food products? *Trends Food Sci. Technol.* 2011, 22, 225-236.
53. Smet de, Vandamme P., De Zutter L., On S. L. W., Doudah L., Houf K.: *Arcobacter trophiarum* sp. nov., isolated from fattening pigs. *Int. J. Evol. Microbiol.* 2011, 61, 356-361.
54. Taylor D. N., Kiehlbauch J. A., Tee W., Pitangsi C., Escheverria P.: Isolation of group 2 aerotolerant *Campylobacter* species from Thai children with diarrhea. *J. Infect. Dis.* 1991, 163, 1062-1067.
55. Tee W., Baird R., Dyall-Smith M., Dwyer B.: *Campylobacter cryaerophila* isolated from a human. *J. Clin. Microbiol.* 1988, 26, 2469-2473.
56. Vandamme P., De Ley J.: Proposal for a new family, *Campylobacteraceae*. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 1991, 41, 451-455.
57. Vandamme P., Pugina P., Benzi G., Van Etterijck R., Vlaes L., Kersters K., Butzler J. P., Lauwers S.: Outbreak of recurrent abdominal cramps associated with *Arcobacter butzleri* in Italian school. *J. Clin. Microbiol.* 1992, 30, 2335-2337.
58. Vandamme P., Vancanneyt M., Pot B., Mels L., Hoste B., Dewettinck D., Vlaes L., Van den Borre C., Higgins R., Hommez J., Kersters K., Butzler J. P., Goossens H.: Polyphasic taxonomic study of the emended genus *Arcobacter* with *Arcobacter butzleri* comb. nov. and *Arcobacter skirrowii* sp. nov., an aerotolerant bacterium isolated from veterinary specimens. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 1992, 42, 344-356.
59. Vandenberg O., Dediste A., Houf K., Ibekwem S., Souayah H., Cadranet S., Douat N., Zisis G., Butzler J. P., Vandamme P.: *Arcobacter* species in humans. *Emerg. Infect. Dis.* 2004, 10, 1863-1867.
60. Vilar M. J., Pena F. J., Perez I., Dieguez F. J., Sanjuan M. L., Rodriguez-Otero J. L., Yus E.: Prevalence of *Listeria*, *Arcobacter* and *Campylobacter* spp. in dairy farms in Spain. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr.* 2010, 123, 58-62.
61. Wesley I. V., Baetz A. L.: Natural and experimental infections of *Arcobacter* in poultry. *Poult. Sci.* 1999, 78, 536-545.
62. Wesley I. V., Baetz A. L., Larson D. J.: Infection of caesarean-derived colostrums deprived 1-day old piglets with *Arcobacter butzleri*, *Arcobacter cryaerophilus* and *Arcobacter skirrowii*. *J. Infect. Immun.* 1996, 64, 2295-2299.
63. Wesley I. V., Schroeder-Tucker L., Franklin S.: Recovery of *Arcobacter* species from exotic animal species. *Int. J. Med. Microbiol.* 2003, 293, 57.
64. Wybo I., Breynaert J., Lauwers S., Lindenburg F., Houf K.: Isolation of *Arcobacter skirrowii* from a patient with chronic diarrhea. *J. Clin. Microbiol.* 2004, 42, 1851-1852.
65. Yan J. J., Ko W. C., Huang A. H., Chen H. M., Jin Y. T., Wu J. J.: *Arcobacter butzleri* bacteraemia in a patient with liver cirrhosis. *J. Formos Med. Assoc.* 2004, 99, 166-169.
66. Yildiz H., Aydin S.: Pathological effects of *Arcobacter cryaerophilus* infection in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Acta Vet. Hung.* 2006, 54, 191-199.

Adres autora: dr hab. Jarosław Bystron prof. nadzw., ul. C. K. Norwida 31, 50-375 Wrocław; e-mail: jaroslaw.bystron@up.wroc.pl