

# Częstotliwość izolacji *Campylobacter* spp. z klatek transportowych podczas transportu brojlerów kurzych do rzeźni

MAŁGORZATA GOMÓŁKA-PAWLICKA, MARTA PASTUSZCZAK-FRĄK, JAN URADZIŃSKI, ALICJA MIGOWSKA-CALIK, BEATA WYSOK, TOMASZ LACHOWICZ\*

Katedra Weterynaryjnej Ochrony Zdrowia Publicznego, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. M. Oczapowskiego 14, 10-718 Olsztyn

\*Katedra Cyfryzacji, Wydział Prawa i Administracji, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. M. Oczapowskiego 12B, 10-719 Olsztyn

Gomółka-Pawlicka M., Pastuszczak-Frąk M., Uradziński J., Migowska-Calik A., Wysok B., Lachowicz T.

## Incidence of *Campylobacter* spp. in transport cages during the transport of broilers to the slaughterhouse

### Summary

The aim of the study was to determine the frequency of the occurrence of *Campylobacter* spp. on the surface of transport containers during various stages of the transportation of broilers to slaughterhouses located in north-eastern Poland. Sampling, sample preparation, and microbiological testing were performed according to the method given in Standard PN EN ISO 10 272-1: 2007. In the last day of the birds' breeding cycle, 20 swabs were taken from internal surfaces of the crates: 10 in the first phase of transport (before loading the birds) and 10 in the second phase of transport, just before unloading the broilers at the slaughterhouse. The investigation concerned the transport of birds from 16 breeding cycles, from four farms, during nine consecutive seasons. A total of 320 samples were tested (160 were collected at the farms and 160 in three poultry slaughterhouses). The incidence of *Campylobacter* spp. in the first phase of transport depended on the time of the year and amounted to 7.5% in summer, 25% in spring and winter, and 35% in autumn. In the second phase of transport, the incidence significantly increased, and was the highest in summer and autumn (75%), slightly lower in spring (72.5%), and the lowest in winter (35%). An increase in the number of positive results compared to the results from the first phase of transport depended on the season, amounting to 67.5% in summer, 47% in spring, 40% in autumn, and 10% in winter. Biochemical tests confirmed the presence of *Campylobacter jejuni*, and the results of a PCR analysis showed complete conformity with the results obtained in the biochemical tests. The results indicate a high incidence of *Campylobacter* spp. on the surface of transport containers, which is mainly due to inadequate hygiene of the cages brought to the farms on the day of the birds' transport to the slaughterhouse. This highlights the need to apply the strictest hygiene regimes in farms and to improve the effectiveness of the cleaning and disinfecting of cages, regardless of the time of the year. Negligence in this area favors the spread of *Campylobacter* spp. among the birds just before the slaughter, which increases the risk of meat contamination.

**Keywords:** transport of broilers, *Campylobacter* spp., transport cages, farm, poultry slaughterhouse

W ciągu ostatnich trzydziestu lat obserwuje się wzrost liczby zakażeń pokarmowych wywołanych przez *Campylobacter* spp. (31). W wielu krajach drobnoustrój ten uważa się za czynnik etiologiczny, który w zatruciach i zakażeniach pokarmowych ludzi zdominował inne patogeny, w tym pałeczki *Salmonella* (9, 11, 26). Liczba rejestrowanych w ostatnich latach przypadków zachorowań wywołanych przez *Campylobacter* spp. wykazuje ciągle tendencję wzrostową. Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) wraz z Europejskim Centrum ds.

Zapobiegania i Kontroli Chorób (ECDC) opublikował raport o zoonozach na terenie Unii Europejskiej w 2011 r., z którego wynika, że najczęściej zgłaszanym zachorowaniem była kamylobakterioza (220 209 przypadków – wzrost o ok. 2,2% w stosunku do roku poprzedniego), następnie salmonelloza 95 548 przypadków, zakażenie na tle werotoksycznych szczepów *E. coli* – 9485 przypadków, jersinioza 7017 zachorowań, listerioza 1476, bąblowica 781 przypadków, bruceloza 330 potwierdzonych zachorowań i włośnica 268 (11).

Spośród licznych gatunków i podgatunków *Campylobacter*, u ludzi zachorowania bezpośrednio wywołują *C. jejuni*, *C. coli* i *C. lari*, natomiast droga pokarmowa zakażeń pozostałych gatunków nie jest jednoznaczna (9). Tak duża liczba przypadków zachorowań powodowanych przez *Campylobacter* spp. ma związek z powszechnym występowaniem wymienionych bakterii u różnych gatunków zwierząt, w tym również zwierząt rzeźnych. Bakterie te wchodziły w skład normalnej mikroflory jelitowej zwierząt, powodując u nich zwykle bezobjawowe nosicielstwo. Drób jest jednym z najczęściej wymienianych źródeł zakażenia człowieka przez *Campylobacter* (16, 21), a liczne dane piśmiennictwa wskazują na związek między spożywaniem mięsa drobiu i występowaniem zakażeń pokarmowych u ludzi (8, 10, 15, 19, 27, 29-31, 35). Belgijscy badacze są zdania, że wycofanie mięsa drobiowego z handlu w związku z kryzysem dioksynowym w Belgii w 1999 r. spowodowało w tym kraju blisko 40% spadek liczby infekcji pokarmowych wywołanych przez *Campylobacter* spp. (32).

W szerzeniu *Campylobacter* spp. na terenie ferm drobiu ważną rolę odgrywają: ptaki, ściółka, odzież obsługi, sąsiedztwo innych zwierząt hodowlanych, obecność gryzoni, owadów, dzikiego ptactwa oraz używanie niechlorowanej wody. Istotną rolę odgrywają też warunki związane z transportem ptaków do ubojni, podczas którego mogą następować zakażenia krzyżowe ptaków (6, 23), a występujący stres transportowy wyraźnie temu sprzyja (19, 29, 33).

Mając powyższe na względzie podjęto badania własne, których celem było określenie częstotliwości występowania *Campylobacter* spp. na powierzchni kontenerów transportowych w różnych fazach transportu brojlerów kurzych do rzeźni usytuowanych na terenie północno-wschodniej Polski.

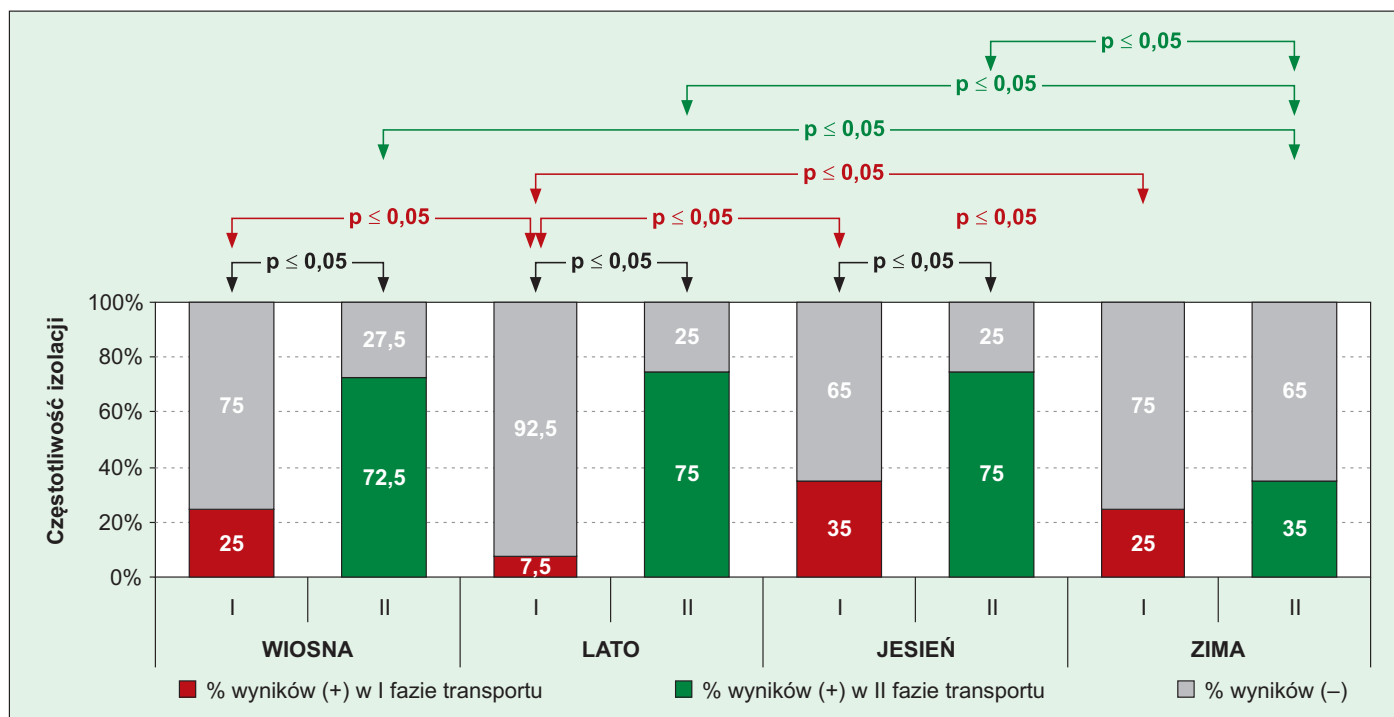
### Materiał i metody

Celem badań było określenie częstotliwości występowania *Campylobacter* spp. na powierzchni wewnętrznej klatek służących do transportu ptaków z ferm do ubojni drobiu. W dniu kończącym cykl hodowlany brojlerów pobierano próbki do badań, na które składało się każdorazowo 20 wymazów z wewnętrznych powierzchni klatek, w tym 10 pobranych z pustych klatek przed załadunkiem ptaków na terenie fermy (faza I) i 10 pobranych tuż przed rozładunkiem brojlerów w ubojni drobiu (faza II). Dla uchwycenia sezonowości badania obejmowały transport brojlerów kurzych pochodzących z 16 cykli hodowlanych, z 4 ferm północno-wschodniej Polski i prowadzono je przez 9 kolejnych sezonów (2 wiosenne, 3 letnie, 2 jesienne i 2 zimowe). Łącznie pobrano i zbadano 320 próbek, z czego 160 stanowiły próbki pobrane na terenie ferm i 160 – w trzech ubojniach drobiu. Próbki przewożono do laboratorium w czasie  $\leq 2$  godzin, w temperaturze  $6 \pm 2^\circ\text{C}$ . Przygotowanie próbek i badania mikrobiologiczne w kierunku wykrywania obecności *Campylobacter* spp. wykonano zgodnie z metodyką podaną w PN-EN ISO 10 272 – 1: 2007 Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania obecności

i oznaczania liczby *Campylobacter* spp. (24). Do dalszych badań przeznaczano typowe przecinkowate, zakrzywione pałeczki, wykazujące charakterystyczny ruch „korkociągowy”. Z charakterystycznych pojedynczych kolonii posiewano znaczną ich część na agar Columbia z krwią i inkubowano w warunkach mikroaerofilnych w  $41,5^\circ\text{C}$  przez 48 godzin. Po okresie inkubacji, przy pomocy jałowej wymazówki przenoszono posiewy do probówek z 1,5 ml krwi końskiej, zamrażano w temp.  $-80^\circ\text{C}$  i przechowywano do czasu prowadzenia identyfikacji szczepów. W tym celu z izolatów (przechowywanych w temp.  $-80^\circ\text{C}$ ) przenoszono za pomocą ezy materiał na pożywkę Columbia agar z krwią i wykonywano posiew powierzchniowy. Posiane płytki inkubowano w  $41,5^\circ\text{C}$  przez 24-48 h w warunkach mikroaerofilnych i otrzymanych czystych hodowli *Campylobacter* spp. użyto do wykonania badań biochemicznych oraz genetycznych – przy wykorzystaniu metody PCR.

Identyfikację gatunkową wyizolowanych bakterii rodzaju *Campylobacter* za pomocą testów biochemicznych, wyszczególnionych w PN-EN ISO 10 272-1: 2007 oraz systemu identyfikacji dla *Campylobacter* (api Campy system – bioMérieux) wykonano w Katedrze Weterynaryjnej Ochrony Zdrowia Publicznego Wydziału Medycyny Weterynaryjnej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Ponadto, identyfikację gatunkową wyizolowanych bakterii rodzaju *Campylobacter*, z zastosowaniem reakcji łańcuchowej polimerazy (PCR), wykonano w Państwowym Instytucie Weterynaryjnym – Państwowym Instytucie Badawczym w Puławach. W przeprowadzonych testach jako kontroli użyto szczepów wzorcowych: *C. jejuni* ATCC 33291 i *C. coli* ATCC 43478. W celu identyfikacji uzyskane bakterie zawieszano w 1 ml wody redestylowanej i odwirowywano  $13\ 000 \times g$  przez 1 minutę. Otrzymany osad zawieszano w 100  $\mu\text{l}$  buforu Tris, a następnie izolowano DNA za pomocą zestawu Genomic Mini (A&A Biotechnology, Gdańsk), zgodnie z instrukcją podaną przez producenta. Czystość i koncentrację otrzymanego DNA oznaczano spektrofotometrycznie (Biospectrometr, Eppendorf), a następnie, po odpowiednim rozcieńczeniu, wykorzystywano w testach PCR. W teście multiplex PCR wykorzystano startery umożliwiające amplifikację fragmentów genów map A (specyficzny dla *C. jejuni*), ceu E (specyficzny dla *C. coli*) oraz 16S r RNA (specyficzny dla rodzaju *Campylobacter*). Amplifikację przeprowadzano w mieszaninie reakcyjnej zawierającej 3 mM  $\text{MgCl}_2$ , d NTP (d ATP, d CTP, d GTP, d TTP o koncentracji 200  $\mu\text{M}$ ), bufor enzymatyczny, 2 U polimerazy Taq (Fermentas), 5  $\mu\text{l}$  matrycowego DNA (końcowe stężenie 10 ng/ $\mu\text{l}$ ), startery oraz wodę do końcowej objętości 50  $\mu\text{l}$ . Reakcję przeprowadzano w termocyklerze (Mastercycler – Eppendorf), używając programu o następujących parametrach:  $94^\circ\text{C}/5$  min. (denaturacja wstępna), a następnie 30 cykli ( $94^\circ\text{C}/1$  min.,  $58^\circ\text{C}/2$  min.,  $72^\circ\text{C}/1$  min.). Końcowy etap wydłużania przeprowadzano w  $72^\circ\text{C}$  przez 5 minut. Otrzymane produkty amplifikacji poddawano elektroforezie w 1% żelu agarozowym, barwionym bromkiem etydyny o stężeniu 5  $\mu\text{g}/\text{ml}$  przez 45 min. przy 100 V i 400 mA, a następnie oceniano w świetle UV przy użyciu zestawu Gel – Doc 2000 (Bio-Rad).

Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu oprogramowania Statistica 9 PL. Wykorzystując test Chi-kwad-



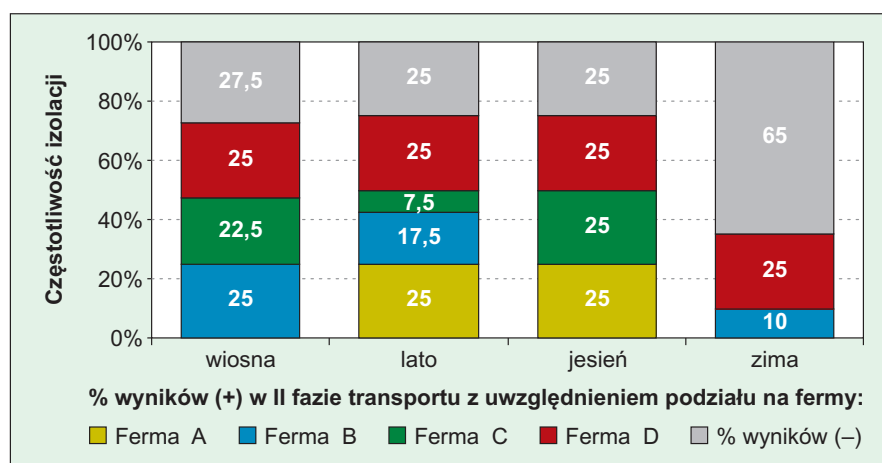
Ryc. 1. Częstotliwość izolacji *Campylobacter* spp. (%) z powierzchni wewnętrznej klatek w I i II fazie transportu ptaków do rzeźni (z 4 badanych ferm łącznie), z zaznaczeniem różnic istotnych statystycznie ( $p \leq 0,05$ )

rat ( $\chi^2$ ), zbadano wpływ pory roku oraz fazy transportu brojlerów kurzych do rzeźni na częstotliwość występowania *Campylobacter* spp. na powierzchni kontenerów transportowych stykających się z ptakami. Przyjęto prawdopodobieństwo ( $p$ ) mniejsze lub równe 0,05 jako istotne statystycznie.

### Wyniki i omówienie

Częstotliwość izolacji *Campylobacter* spp. z klatek transportowych ustalono na podstawie badania próbek pobranych w różnych fazach transportu kurcząt brojlerów pochodzących z 16 cykli produkcyjnych (w ciągu 9 kolejnych sezonów), z czterech ferm (A-D), w różnych porach roku. Wyniki badań wymazów z klatek transportowych ( $n = 320$ ) wykazały zróżnicowany obraz występowania *Campylobacter* spp. na powierzchniach mających kontakt z ptakami w poszczególnych fazach transportu (I i II). Częstotliwość izolacji badanych bakterii z wymazów pobranych z powierzchni klatek ( $n = 160$ ) przed rozpoczęciem załadunku brojlerów na terenie ferm była różna w poszczególnych porach roku i wynosiła: 7,5% latem, 25% wiosną i zimą, oraz 35% jesienią (ryc. 1). Analiza statystyczna wykazała brak istotnych różnic w częstotliwości izolacji *Campylobacter* spp. między wiosną i zimą, wiosną i jesienią oraz jesienią i zimą ( $p > 0,05$ ); między pozostałymi porami roku różnice te były istotne statystycznie ( $p \leq 0,05$ ) (ryc. 1).

Po transporcie ptaków do rzeźni (w II fazie transportu) częstotliwość izolacji *Campylobacter* spp. z wymazów z klatek ( $n = 160$ ) wyraźnie wzrosła i kształtowała się na poziomie 35-75%, zależnie od pory roku, przy czym rozkład wyników wskazuje na zróżnicowany udział poszczególnych ferm (A-D) w sumie wyników dodatnich (ryc. 2). Najwyższą częstotliwość izolacji *Campylobacter* spp. odnotowano w sezonie letnim i jesiennym (75%), nieco niższą wiosną (72,5%) i najniższą zimą (35%), a różnice między wiosną i zimą, latem i zimą oraz jesienią i zimą były istotne statystycznie ( $p \leq 0,05$ ). Między pozostałymi porami roku nie odnotowano statystycznie istotnych różnic (ryc. 1). Obserwowany wzrost liczby wyników dodatnich w stosunku do wyników badania próbek



Ryc. 2. Częstotliwość izolacji *Campylobacter* spp. (%) z powierzchni wewnętrznej klatek transportowych w II fazie transportu ptaków do rzeźni, z uwzględnieniem udziału poszczególnych ferm

pobranymi z klatek w I fazie transportu najwyraźniej zaznaczał się latem (o 67,5%), wiosną o 47%, jesienią o 40% i zimą o 10% (ryc. 1). Wykazane różnice w częstotliwości izolacji *Campylobacter* spp. z klatek przed i po transporcie ptaków w tej samej porze roku były istotne statystycznie wiosną, latem i jesienią ( $p \leq 0,05$ ) (ryc. 1).

Przy użyciu testów biochemicznych potwierdzono obecność *Campylobacter jejuni*. Wyniki badań uzyskane na podstawie analizy PCR badanych izolatów *Campylobacter jejuni* wykazały całkowitą zgodność z wynikami uzyskanymi przy użyciu testów biochemicznych.

Około szóstego tygodnia życia kurcząt brojlerów odbywa się ich transport do ubojni drobiu, zamykający cykl produkcyjny na fermie. Sposób obchodzenia się z ptakami podczas załadunku i szeroko rozumiane warunki transportu w oczywisty sposób wpływają na kondycję zwierząt kierowanych do uboju. Mulder (19) zwraca uwagę na silne czynniki stresowe działające na ptaki podczas ich łapania, umieszczania w kontenerach i transportu. Stres transportowy jest wynikiem takich czynników, jak: nadmierne zagęszczenie ptaków, wahania temperatury, brak paszy i wody czy niedelikatne obchodzenie się ze zwierzętami. Zestresowane i głodzone podczas transportu ptaki wykazują wzrost ruchów perystaltycznych oraz częste oddawanie kału wraz z mikroflorą patogenną (7, 17). Na uwagę zasługuje znaczący wzrost liczby komórek *Campylobacter* spp. w jelicie ślepym brojlerów, następujący w wyniku transportu (1, 34). Powoduje to wzrost kontaminacji ptaków po transporcie do rzeźni (1, 29, 33). Jeśli poziom kontaminacji na powierzchni ptaków jest szczególnie wysoki podczas uboju, może to w konsekwencji znacząco wpływać na poziom kontaminacji uzyskiwanych tuszek (6, 29).

Mycie i dezynfekcja kontenerów do przewożenia ptaków są często niewystarczające do eliminacji *Campylobacter* spp. (2), co sprzyja szerzeniu się tych bakterii między stadami (14, 25, 28). Skandynawscy badacze (13) wykazali, że na powierzchni około 57% kontenerów transportowych poddanych umyciu i dezynfekcji obecny był *Campylobacter* spp. Badania dotyczące wpływu różnych detergentów i środków dezynfekujących na liczbę komórek *Campylobacter* spp. na powierzchni klatek transportowych dowiodły, że chociaż nastąpiła redukcja liczby komórek bakterii, to efekt całkowitej ich eliminacji nie został osiągnięty (28). Newell i wsp. (20) na jednej, losowo pobranej tuszce drobiu, pochodzącej ze stada wolnego od *Campylobacter* spp. wyizolowali taki sam szczep *Campylobacter*, jak z klatek, w których przewożono ptaki do rzeźni. Berrang i wsp. (6) po umieszczeniu na kilka godzin ptaków wolnych od *Campylobacter* w kontenerach uprzednio jednorazowo wykorzystanych do symulacji transportu ptaków z *Campylobacter* stwierdzili zanieczyszczenie tymi bakteriami przeszło połowy tuszek z nich pozyskanych. Tak więc obecność

tych drobnoustrojów na klatkach transportowych wpływa zarówno na poziom kontaminacji uzyskiwanych tuszek (6), jak też wiąże się ze wzrostem ryzyka zawleczenia tego drobnoustroju do stad wolnych od *Campylobacter* (18), niwecząc tym samym wysiłki i nakłady finansowe hodowcy dbającego o utrzymanie należytego stanu higieny na fermie. Dowiedziono, że zanieczyszczone klatki transportowe używane podczas częściowej depopulacji stanowiły bramę wejścia *Campylobacter* do stada wolnego od tego drobnoustroju, w którym po upływie 6 dni rozprzestrzenił się on na całe stado (18).

W badaniach własnych stwierdzono, że częstotliwość izolacji *Campylobacter* spp. z klatek przewożonych była różna (7,5-75%) i zależała od pory roku oraz fazy transportu. Stosunkowo wysoką częstotliwość izolacji *Campylobacter* spp. z klatek transportowych, nie będących własnością ferm drobiu i przywożonych na ich teren wraz ze środkiem transportu, odnotowano wiosną, jesienią i zimą (25-35%), co dowodzi niewystarczającej skuteczności zabiegów mycia i dezynfekcji, którym klatki te były poddawane. W wyniku transportu następowało rozprzestrzenianie się bakterii na powierzchni kontenerów, skutkiem czego odsetek wyników dodatnich sięgał w sezonie letnim nawet 75%, co oznaczało wzrost o 67,5% w stosunku do częstotliwości izolacji tych bakterii przed transportem. Wzrost ten zależał wyraźnie od pory roku i był najwyższy latem, a w dalszej kolejności wiosną, jesienią i zimą. Na uwagę zasługuje jednak fakt, że z klatek przed transportem *Campylobacter* spp. izolowano najrzadziej (7,5%) właśnie w miesiącach letnich, co dowodzi, że skuteczność zabiegów mycia i dezynfekcji klatek była w tym czasie wyższa niż w pozostałych porach roku.

Dane piśmiennictwa wskazują, że podejmowano liczne badania nad doskonaleniem metod służących poprawie stanu higienicznego kontenerów transportowych wielokrotnego użytku (3-5, 22). Dowiedziono też, że możliwa jest całkowita eliminacja *Campylobacter* spp. z powierzchni umytych klatek przy użyciu odpowiedniej kombinacji czynników fizycznych – z zastosowaniem wymuszonego strumienia gorącego powietrza (2).

### Podsumowanie

Wyniki badań własnych i cytowanych autorów (2-6, 12, 13, 20, 22, 23) świadczą o częstym występowaniu *Campylobacter* spp. na powierzchni kontenerów transportowych, co w znacznej mierze wynika z niewłaściwego stanu higienicznego klatek przywożonych na fermę w dniu transportu ptaków do rzeźni. Wskazuje to na potrzebę stosowania najwyższych reżimów higienicznych na terenie ferm oraz poprawy skuteczności zabiegów mycia i dezynfekcji klatek, bez względu na porę roku. Zaniedbania w tym względzie sprzyjają rozprzestrzenianiu się *Campylobacter* spp. wśród ptaków tuż przed ich ubojem, podnosząc tym samym ryzyko kontaminacji pozyskiwanego surowca mięsnego.

## Piśmiennictwo

1. Asselt E. D. van, Jacobs-Reitsma W. F., Brakel R. van, Voet H. van der, Fels-Klerx H. J. van der: Campylobacter prevalence in the broiler supply chain in the Netherlands. *Poult. Sci.* 2008, 87, 2166-2172.
2. Berrang M. E., Hofacre C. L., Meinersmann R. J.: Forced hot air to dry feces and kill bacteria on transport cage flooring. *J. Appl. Poult. Res.* 2011, 20, 567-572.
3. Berrang M. E., Northcutt J. K.: Use of water spray and extended drying time to lower bacterial numbers on soiled flooring from broiler transport coops. *Poult. Sci.* 2005a, 84, 1797-1801.
4. Berrang M. E., Northcutt J. K.: Water Spray and Immersion in Chemical Sanitizer to Lower Bacterial Numbers on Broiler Transport Coop Flooring. *J. Appl. Poult. Res.* 2005b, 14, 315-321.
5. Berrang M. E., Northcutt J. K., Cason J. A.: Recovery of Campylobacter from broiler feces during extended storage of transport cages. *Poult. Sci.* 2004, 83, 1213-1217.
6. Berrang M. E., Northcutt J. K., Fletcher D. L., Cox N. A.: Role of Dump Cage Fecal Contamination in the Transfer of Campylobacter to Carcasses of Previously Negative Broilers. *J. Appl. Poult. Res.* 2003, 12, 190-195.
7. Byrd J. A., Corrier D. E., Hume M. E., Bailey R. H., Stanker L. H., Hargis B. M.: Incidence of Campylobacter in crops of preharvest market-age broiler chickens. *Poultry Sci.* 1998, 77, 1303-1305.
8. Corry J. E. L., Atabay H. I.: Poultry as a source of Campylobacter and related organisms. *J. Appl. Microbiol.* 2001, 90, 96-114.
9. Daczowska-Kozon E.: Epidemiologia zakażeń wywołanych przez pałeczki z rodzaju Campylobacter. I. Zbiorniki i organizmy wodne jako rezerwuwar Campylobacter sp. *Post. Mikrobiol.* 2002, 41, 133-146.
10. Denis M., Chidaine B., Laisney M. J., Kempf I., Rivoal K., Mégraud F., Fravallo P.: Comparison of genetic profiles of Campylobacter strains isolated from poultry, pig and Campylobacter human infections in Brittany, France. *Pathol. Biol.* 2009, 57, 23-29.
11. EFSA The Community Summary Report 2013.
12. Franchin P. R., Aidoo K. E., Batista C. R. V.: Sources of poultry meat contamination with thermophilic Campylobacter before slaughter. *Braz. J. Microbiol.* 2005, 36, 157-162.
13. Hansson I., Ederoth M., Andersson L., Vågsholm I., Olsson Engvall E.: Transmission of Campylobacter spp. to chickens during transport to slaughter. *J. Appl. Microbiol.* 2005, 99, 1149-1157.
14. Hastings R., Colles F. M., McCarthy N. D., Maiden M. C. J., Sheppard S. K.: Campylobacter genotypes from poultry transportation crates indicate a source of contamination and transmission. *J. Appl. Microbiol.* 2011, 110, 266-276.
15. Herman L., Heyndrickx M., Grijspeerd K., Vandekerchove D., Rollier L., De Zutter L.: Routes for Campylobacter contamination of poultry meat: epidemiological study from hatchery to slaughterhouse. *Epidemiol. Infect.* 2003, 131, 1169-1180.
16. Huat J. T. Y., Aziz S. A., Abu J., Ghazali F. M., Chitek T. Z. T., Ahmad N., Sandra A., Nishibuchi M., Radu S.: Thermophilic Campylobacter spp. occurrence on chickens at farm, slaughter house and retail. *Int. J. Poult. Sci.* 2010, 9, 134-138.
17. Linton A. H., Hinton M. H.: Prevention of microbial contamination of red meat in the ante mortem phase: epidemiological aspects, [w:] Smulders F. J. M. (ed), Elimination of pathogenic organisms from meat and poultry. Elsevier Science Publishers, New York 1986, 9-23.
18. Mifflin J. K., Templeton J. M., More S. J.: Epidemiological studies of Campylobacter colonisation of broiler flocks in south east Queensland. *Proc. Aust. Poult. Sci. Sym.* 2001, 13, 140-143.
19. Mulder R. W. A. W.: Impact of transport on the incidence of human pathogens in poultry. *Misset World Poult.* 1996, 12, 18-19.
20. Newell D. G., Shreeve J., Toszeghy M., Domingue G., Bull S., Humphrey T., Mead G.: Changes in the carriage of Campylobacter strains by poultry carcasses during abattoir processing. *Appl. Environ. Microbiol.* 2001, 67, 2636-2640.
21. Nor Faiza S., Saleha A. A., Jalila A., Fauziah N.: Occurrence of Campylobacter and Salmonella in ducks and duck eggs in Selangor, Malaysia. *Trop. Biomed.* 2013, 30, 155-158.
22. Northcutt J. K., Berrang M. E.: Influence of a Chicken Transport Cage-Washing System on Wastewater Characteristics and Bacteria Recovery from Cage Flooring. *J. Appl. Poult. Res.* 2006, 15, 457-463.
23. Northcutt J. K., Berrang M. E., Dickens J. A., Fletcher D. L., Cox N. A.: Effect of broiler age, feed withdrawal, and transportation on levels of coliforms, Campylobacter, Escherichia coli and Salmonella on carcasses before and after immersion chilling. *Poult. Sci.* 2003, 82, 169-173.
24. PN-EN ISO 10 272 – 1: 2007 Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania obecności i oznaczania liczby Campylobacter spp.
25. Ridley A., Morris V., Gittins J., Cawthraw S., Harris J., Edge S., Allen V.: Potential sources of Campylobacter infection on chicken farms: contamination and control of broiler-harvesting equipment, vehicles and personnel. *J. Appl. Microbiol.* 2011, 111, 233-244.
26. Rosenquist H., Sommer H. M., Nielsen N. L., Christensen B. B.: The effect of slaughter operations on the contamination of chicken carcasses with thermo-tolerant Campylobacter. *Int. J. Food Microbiol.* 2006, 108, 226-232.
27. Sheppard S. K., Dallas J. F., MacRae M., McCarthy N. D., Sproston E. L., Gormley F. J., Strachan N. J. C., Ogden I. D., Maiden M. C. J., Forbes K. J.: Campylobacter genotypes from food animals, environmental sources and clinical disease in Scotland 2005/6. *Int. J. Food Microbiol.* 2009, 134, 96-103.
28. Slader J., Domingue G., Jørgensen F., McAlpine K., Owen R. J., Bolton F. J., Humphrey T. J.: Impact of Transport Crate Reuse and of Catching and Processing on Campylobacter and Salmonella Contamination of Broiler Chickens. *Appl. Environ. Microbiol.* 2002, 68, 713-719.
29. Stern N. J., Clavero M. R. S., Bailey J. S., Cox N. A., Robach M. C.: Campylobacter spp. in broilers on the farm and after transport. *Poult. Sci.* 1995, 74, 937-941.
30. Szczepańska B., Klawe J. J., Szady-Grad M., Jurgoński A., Andrzejewska M.: Występowanie bakterii z rodzaju Campylobacter u drobiu w trakcie procesu ubojowego. *Probl. Hig. Epidemiol.* 2007, 88, 78-83.
31. Uradziński J.: Rola Campylobacter spp. w patologii zwierząt i ludzi, [w:] Szweda W., Siwicki A. K. (red.): Epizootyczne aspekty monitorowania i zwalczania zoonoz w Polsce i Unii Europejskiej. Wyd. Edycja, Olsztyn 2007, 27-36.
32. Vellinga A., Van Loock F.: The Dioxin Crisis as Experiment To Determine Poultry-Related Campylobacter Enteritis. *Emerg. Infect. Dis.* 2002, 8, 19-22.
33. Wesley I. V., Rostagno M., Hurd H. S., Trampel D. W.: Prevalence of Campylobacter jejuni and Campylobacter coli in Market-Weight Turkeys On-Farm and at Slaughter. *J. Food Prot.* 2009, 72, 43-48.
34. Whyte P., Collins J. D., McGill K., Monahan C., O'Mahony H.: The Effect of Transportation Stress on Excretion Rates of Campylobacters in Market-Age Broilers. *Poult. Sci.* 2001, 80, 817-820.
35. Workman S. N., Mathison G. E., Lavoie M. C.: An investigation of sources of Campylobacter in a poultry production and packing operation in Barbados. *Int. J. Food Microbiol.* 2008, 121, 106-111.

Adres autora: dr Małgorzata Gomółka-Pawlicka, ul. Popieluszki 5/14, 10-696 Olsztyn; e-mail: mag@uwm.edu.pl