

ANNA SZOSLAND-FALTYN, BEATA BARTODZIEJSKA, JOANNA KRÓLASIK,  
BEATA PAZIAK-DOMAŃSKA

**ZASTOSOWANIE PRZYJAZNYCH DLA ŚRODOWISKA TECHNIK  
DEZYNFEKCJI DO INAKTYWACJI *CAMPYLOBACTER SP.*  
W MIĘSIE DROBIOWYM**

Streszczenie

*Campylobacter* uważany jest za jeden z głównych patogenów odpowiedzialnych za zatrucia pokarmowe, zwłaszcza po spożyciu mięsa drobiowego nieprawidłowo przechowywanego bądź poddanego niewłaściwej obróbce termicznej. Intensyfikuje się więc badania w kierunku poszukiwania technik dezynfekcyjnych bezpiecznych dla środowiska i skutecznie eliminujących ten patogen. W Zakładzie Jakości Żywności Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Łodzi podjęto badania, których celem było określenie skuteczności technik dezynfekcji ozonem i promieniowaniem UV w inaktywacji bakterii z rodzaju *Campylobacter* sp. na podłożu hodowlanym, a następnie w mięsie drobiowym. Wykazano, że oba czynniki dezynfekcyjne powodowały zmniejszenie liczby bakterii *Campylobacter* sp. W metodzie płytkowej stopień redukcji bakterii wynosił powyżej 2 log jtk/ml, niezależnie od szczepu i czynnika dezynfekującego. Stopień redukcji bakterii w mięsie drobiowym po 30-minutowym wyjaławianiu wynosił od 0,19 log jtk/ml – szczep *C. coli* ATCC 43478 napromieniany UV do 1,16 log jtk/ml – szczep *C. jejuni* (izolat własny) po działaniu ozonem. W zależności od czynnika wyjaławiającego: ozonu lub UV stopień redukcji przyjmował średnio wartości odpowiednio: 1,0 i 0,3 log jtk/ml. Z uwagi na otrzymane wyniki, zastosowanie tylko jednej z badanych technik dezynfekcji we wstępnym procesie oczyszczania mięsa drobiowego nie byłoby działaniem rekomendowanym. Natomiast ich użycie z innymi technikami dekontaminacji mogłoby zwiększyć efektywność sanityzacji i poprawić bezpieczeństwo mikrobiologiczne mięsa drobiowego, dlatego też celowe jest prowadzenie dalszych prac w tym kierunku.

**Słowa kluczowe:** *Campylobacter*, mięso drobiowe, ozonowanie, napromienianie UV

## Wprowadzenie

*Campylobacter* jest jednym z głównych patogenów odpowiedzialnych za zatrucia pokarmowe. W krajach Unii Europejskiej odnotowano 220 209 zachorowań na kampylobacteriozę w roku 2011 i 214 268 – w roku 2012 [1, 2]. Liczba zarejestrowanych przypadków tej odzwierzęcej choroby utrzymuje się stale na wysokim poziomie. Zatrucie spowodowane jest spożyciem głównie mięsa drobiowego oraz mleka i jego przetworów, przy czym występowanie *Campylobacter* spp. w produktach drobiowych dochodzi nawet do 90 % [3, 11]. Z tego względu intensyfikuje się badania w kierunku poszukiwania technik dezynfekcyjnych bezpiecznych dla środowiska i skutecznie usuwających ten patogen. Duże nadzieje wiąże się z niekonwencjonalnymi technikami dezynfekcji, w tym z wykorzystaniem ozonowania i odkażania promieniowaniem ultrafioletowym.

Technika ozonowania należy do metod ekologicznych, w przeciwieństwie do tradycyjnych metod z użyciem chloru lub innych związków chemicznych. W Europie ozon stosuje się od lat do dezynfekcji wody pitnej. Pierwszy raz zastosowano go w 1907 r. w Nicei [5]. W 1982 r. Urząd Kontroli Leków i Żywności USA (ang. *Food and Drug Administration* – FDA) wpisał ozon na listę substancji bezpiecznych, mających status GRAS (ang. *Generally Recognized as Safe*), a w 2001 r. zatwierdził go jako środek biobójczy, w odniesieniu do wszystkich rodzajów żywności, włącznie z mięsem i drobiem [5, 6]. Wielu producentów żywności wykorzystuje ozon jako zamiennik chloru oraz innych substancji chemicznych, na różnych etapach procesów technologicznych, gdyż jedynym produktem resztkowym ozonu jest tlen.

Do ekologicznych technik dezynfekcji zalicza się promieniowanie ultrafioletowe, zwłaszcza przy długości fali  $\lambda = 265$  nm, którego biobójcze działanie po raz pierwszy zostało wykorzystane na skalę przemysłową w 1910 r. w Marsylii, do dezynfekcji wody [4, 7]. Powszechnie wprowadzono tę technikę do dezynfekcji wody w Europie w latach 80. XX w. [18]. W USA zezwolono na stosowanie promieniowania UV do pasteryzacji soków owocowych w 2000 r. Uznano, że jest to metoda bezpieczna wtedy, gdy stopień redukcji wysokoopornych patogenów wyniesie 5 log. W 2002 r. rozszerzono aplikacyjny charakter promieniowania o dezynfekcję w procesach przetwórczych różnego typu żywności [17].

Ozonowanie i promieniowanie UV przejawiają biobójcze działanie zarówno w stosunku do bakterii, drożdży, pleśni, wirusów, pierwotniaków, jak i do spor bakterii i grzybów. Inaktywacja drobnoustrojów przez ozon polega na utlenianiu ważnych komponentów błon komórkowych oraz składników zawieszonych w cytoplazmie, podczas gdy promieniowanie UV oddziałuje na DNA, prowadząc do zahamowania procesów replikacji i transkrypcji, a w konsekwencji do uniemożliwienia namnażania organizmów. Obie techniki stosuje się do sanitzacji takich produktów, jak warzywa, owoce i ryby [9, 15].

Pomimo wszechstronnego stosowania obu technik do dezynfekcji różnorodnych produktów, istnieje niewiele doniesień dotyczących wykorzystania ich biobójczego działania w stosunku do bakterii *Campylobacter* sp. w mięsie drobiowym.

Celem pracy było określenie skuteczności technik dezynfekcji ozonem i promieniowaniem UV do inaktywacji bakterii z rodzaju *Campylobacter* sp. na podłożu hodowlanym, a następnie w mięsie drobiowym.

### **Material i metody badań**

Material biologiczny stanowiły szczepy wzorcowe *Campylobacter coli* ATCC 43478 i *Campylobacter jejuni* ATCC 29428 oraz 2 szczepy wyizolowane z mięsa drobiowego, których przynależność do rodzaju *Campylobacter* sp. została potwierdzona w testach biochemicznych zgodnie z normami oraz testem immunoenzymatycznym Singelpath® *Campylobacter* (Merck, Niemcy) [13, 14].

Material do badań stanowiły zakupione w handlu detalicznym filety z kurczaka bez skóry, w których nie stwierdzono obecności *Campylobacter* sp. zgodnie z normami [13, 14]. Próbkę mięsa drobiowego aseptycznie cięto na kawałki o masie 1 g, opalano w płomieniu palnika przez 15 s i studzono przez 5 min w temp.  $20 \pm 2$  °C – zgodnie z metodą zaproponowaną przez Isohanni i Lyhs [8]. Następnie zanieczyszczano je zawiesiną *Campylobacter* sp. o gęstości podanej niżej i pozostawiano na 15 min w celu wnikięcia komórek bakterii. Tak przygotowane próbki mięsa poddawano działaniu ozonu oraz promieniowaniu UV. W doświadczeniu wykorzystano generator ozonu VOZ-01 (Viaken, Chiny), wytwarzający ozon dzięki wyładowaniu koronowemu, z wydajnością 2000 mg/h oraz niskoprężną rtęciową lampę wyładowczą TUV 15W/G 15 T8 (Philips, Holandia) o mocy 15 W, emitującą promieniowanie ultrafioletowe z maksimum przy  $\lambda = 253,7$  nm (UV-C).

Szczepy *Campylobacter* sp. przechowywano w stanie zamrożenia w temp. -20 °C w kriobankach. Przed każdym eksperymentem szczepy uaktywniano przez pojedynczy pasaż na nieselektywnej pożywce Columbia agar z krwią, w atmosferze mikroaerofilnej, w temperaturze  $42 \pm 1$  °C przez 48 h, stosując gotowe zestawy CampyGen™ firmy Oxoid Ltd, (Mitsubishi Gas Chemical Company Inc., Japonia). W celu sprawdzenia skuteczności bakteriobójczego działania ozonu oraz promieniowania UV w stosunku do szczepów *Campylobacter* sp., hodowano je w temp.  $42 \pm 1$  °C przez 48 h na selektywnej pożywce CASA (bioMerieux, Francja) w atmosferze mikroaerofilnej. Następnie sporządzano zawiesinę wyjściową o gęstości 0,5 wg skali Mc Farlanda, co odpowiadało ok.  $10^8$  jtk/ml oraz szereg rozcieńczeń w postępie geometrycznym. Do kontaminacji płytek z podłożem hodowlanym CASA oraz próbek mięsa drobiowego stosowano zawiesinę o gęstości  $10^2$  jtk/ml. Wyniki liczby kolonii *Campylobacter* przedstawiono w logarytmach dziesiętnych liczby jednostek tworzących kolonię na 1ml zawiesiny.

### *Sprawdzenie skuteczności bakteriobójczego działania ozonu oraz promieniowania UV w stosunku do szczepów *Campylobacter* sp.*

Na płytce z podłożem CASA, z naniesioną zawiesiną *Campylobacter* sp., działano ozonem lub promieniowaniem UV przez 10 min w temp.  $20 \pm 2$  °C, w komorze o pojemności 2,6 m<sup>3</sup>. Kontrolę stanowiły płytki zaszczone bakteriami, niepoddawane dezynfekcji. Kontaminowane bakteriami *Campylobacter* sp. próbki mięsa drobiowego poddawano działaniu ozonu lub promieniowania UV przez 15 i 30 min, w temp.  $20 \pm 2$  °C, w komorze o pojemności 2,6 m<sup>3</sup>. Próbę kontrolną stanowiły próbki mięsa zaszczone bakteriami, niepoddawane dezynfekcji. Następnie płytki inkubowano w warunkach opisanych wyżej.

### *Oznaczanie liczby *Campylobacter* sp. w mięsie drobiowym*

Kontaminowane próbki mięsa, dezynfekowane ozonem lub promieniowaniem UV oraz niepoddane dezynfekcji, przenoszono do 9 ml zbuforowanej wody peptonowej i homogenizowano. Tak przygotowane próbki z odpowiednich rozcieńczeń posiewano na podłoże CASA i inkubowano zgodnie z metodą opisaną wyżej.

Eksperymenty powtarzano trzykrotnie.

Stopień redukcji *Campylobacter* sp. po działaniu ozonu i promieniowania UV obliczano z równania:

$$R = \log N_0 - \log N,$$

gdzie:

log  $N_0$  – liczba bakterii bez czynnika dezynfekującego [log jtk/ml],

log  $N$  – liczba bakterii po ekspozycji na ozon lub promieniowanie UV [log jtk/ml].

Wyniki badań poddano analizie statystycznej. Obliczano wartości średnie i odchylenia standardowe oraz wykonano analizę wariancji ANOVA. Obliczeń dokonano w programie Excel 2007.

### **Wyniki i ich dyskusja**

W pierwszym etapie badań, przeprowadzonym na zawieszynie czterech szczepów bakterii *Campylobacter* sp. o gęstości 10<sup>2</sup> jtk/ml, naniesionej na płytce z podłożem CASA po 10 min dezynfekcji ozonem i promieniowaniem UV, uzyskano pełne zahamowanie wzrostu bakterii, którego stopień redukcji wynosił powyżej 2 log jtk/ml (wyniki niepublikowane). Całkowita inaktywacja bakterii, w pierwszej części badań pozwoliła na przeprowadzenie eksperymentu na matrycy mięsnej. Założony w obu częściach badań poziom kontaminacji rzędu 10<sup>2</sup> jtk/ml był celowy, gdyż uwzględniał minimalną dawkę infekcyjną, która dla *Campylobacter* sp. jest bardzo niska i wynosi 500 ÷ 800 komórek. Zastosowanie wskazanego czasu dezynfekcji z pierwszej części eksperymentu, niezależnie od czynnika, było nieefektywne i nie powodowało inhibicji

wzrostu bakterii *Campylobacter* sp. w mięsie drobiowym. Dopiero wydłużenie czasu do 15 i 30 min spowodowało znaczącą redukcję liczby komórek bakterii. Wyniki tej części badań przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1. Stopień redukcji komórek bakterii z rodzaju *Campylobacter* sp. w mięsie drobiowym  
Table 1. Reduction degree of *Campylobacter* sp. count in poultry meat

| Szczepy z rodzaju <i>Campylobacter</i><br>Strains of <i>Campylobacter</i><br>genus         | N <sub>0</sub><br>[log jtk/ml] | N<br>[log jtk/ml] | Stopień redukcji<br>Degree of reduction<br>[log jtk/ml] |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------|
| Po zastosowaniu 15-minutowej dezynfekcji ozonem / After 15 min ozone disinfection          |                                |                   |                                                         |
| <i>C. jejuni</i> ATCC 29428                                                                | 1,92 ± 0,01                    | 1,52 ± 0,01       | 0,40 <sup>a</sup> ± 0,01                                |
| <i>C. coli</i> ATCC 43478                                                                  | 1,94 ± 0,02                    | 1,69 ± 0,01       | 0,25 <sup>a</sup> ± 0,01                                |
| <i>C. jejuni</i> (izolat własny)                                                           | 2,17 ± 0,01                    | 1,60 ± 0,02       | 0,57 <sup>a</sup> ± 0,02                                |
| <i>C. coli</i> (izolat własny)                                                             | 2,16 ± 0,01                    | 1,40 ± 0,01       | 0,76 <sup>a</sup> ± 0,01                                |
| Po zastosowaniu 30-minutowej dezynfekcji ozonem / After 30 min ozone disinfection          |                                |                   |                                                         |
| <i>C. jejuni</i> ATCC 29428                                                                | 1,92 ± 0,01                    | 1,03 ± 0,01       | 0,89 <sup>b</sup> ± 0,01                                |
| <i>C. coli</i> ATCC 43478                                                                  | 1,94 ± 0,02                    | 1,04 ± 0,01       | 0,90 <sup>b</sup> ± 0,01                                |
| <i>C. jejuni</i> (izolat własny)                                                           | 2,17 ± 0,01                    | 1,01 ± 0,02       | 1,16 <sup>b</sup> ± 0,02                                |
| <i>C. coli</i> (izolat własny)                                                             | 2,16 ± 0,01                    | 1,12 ± 0,04       | 1,04 <sup>b</sup> ± 0,03                                |
| Po zastosowaniu 15-minutowej dezynfekcji promieniowaniem UV<br>After 15 min UV irradiation |                                |                   |                                                         |
| <i>C. jejuni</i> ATCC 29428                                                                | 1,92 ± 0,01                    | 1,82 ± 0,01       | 0,10 <sup>a</sup> ± 0,02                                |
| <i>C. coli</i> ATCC 43478                                                                  | 1,94 ± 0,02                    | 1,89 ± 0,02       | 0,05 <sup>a</sup> ± 0,01                                |
| <i>C. jejuni</i> (izolat własny)                                                           | 2,17 ± 0,01                    | 1,91 ± 0,01       | 0,26 <sup>a</sup> ± 0,01                                |
| <i>C. coli</i> (izolat własny)                                                             | 2,16 ± 0,01                    | 2,00 ± 0,03       | 0,16 <sup>a</sup> ± 0,02                                |
| Po zastosowaniu 30-minutowej dezynfekcji promieniowaniem UV<br>After 30 min UV irradiation |                                |                   |                                                         |
| <i>C. jejuni</i> ATCC 29428                                                                | 1,92 ± 0,01                    | 1,64 ± 0,01       | 0,28 <sup>b</sup> ± 0,01                                |
| <i>C. coli</i> ATCC 43478                                                                  | 1,94 ± 0,02                    | 1,75 ± 0,01       | 0,19 <sup>b</sup> ± 0,01                                |
| <i>C. jejuni</i> (izolat własny)                                                           | 2,17 ± 0,01                    | 1,77 ± 0,01       | 0,40 <sup>b</sup> ± 0,01                                |
| <i>C. coli</i> (izolat własny)                                                             | 2,16 ± 0,01                    | 1,85 ± 0,02       | 0,31 <sup>b</sup> ± 0,02                                |

Objaśnienia: / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values and standard deviations; N<sub>0</sub> – liczba bakterii bez czynnika dezynfekującego / count of bacteria without disinfectant agent; N – liczba bakterii po ekspozycji na ozon lub promieniowanie UV / count of bacteria after exposition to ozone or UV irradiation; a, b – wartości średnie dla poszczególnych szczepów, oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy p < 0,05 / mean values for individual strains, marked various letters are significantly different at p < 0.05.

Z przeprowadzonych badań wynika, że po 15-minutowej dezynfekcji mięsa drobiowego stopień redukcji bakterii kształtował się od 0,05 log jtk/ml – szczep *C. coli* ATCC 43478 poddany działaniu promieniowania UV do 0,76 log jtk/ml – szczep *C. coli* (izolat własny) poddany działaniu ozonu. Wydłużenie czasu dezynfekcji do 30 min, niezależnie od zastosowanego czynnika dezynfekującego, spowodowało statystycznie istotny ( $p < 0,05$ ) wzrost stopnia redukcji, który wynosił od 0,19 log jtk/ml (szczep *C. coli* ATCC 43478 napromieniany UV) do 1,16 log jtk/ml (szczep *C. jejuni* (izolat własny) po wyjaławianiu ozonem). Najwrażliwszy na działanie ozonu był szczep *C. jejuni* (izolat własny), którego stopień redukcji po 30-minutowym odkażeniu tym czynnikiem wynosił 1,16 log jtk/ml (tab. 1). Zaobserwowano, że szczepy wzorcowe *Campylobacter* sp. były bardziej odporne na stosowane środki dezynfekujące niż dwa pozostałe izolaty, stanowiące naturalne zanieczyszczenie mięsa.

W ostatnich latach obserwuje się wzrost konsumpcji mięsa drobiowego, który do 2019 r. ma się zwiększyć o 38 % w porównaniu z latami 2007 - 2009 [12]. Popyt na mięso drobiowe kształtuje jego korzystna wartość odżywcza, mała zawartość tłuszczu oraz dostępna cena. Należy jednak podkreślić, że mięso drobiowe jest jednym z szybciej psujących się surowców, zwłaszcza z powodu wysokiej ogólnej liczby drobnoustrojów. Nieprawidłowe przechowywanie bądź spożycie poddanego niewłaściwej obróbce termicznej mięsa drobiowego wiąże się z ryzykiem zakażenia pokarmowego takimi patogenami, jak: *Salmonella*, *Listeria*, *Escherichia coli* i *Campylobacter* – najczęściej przytaczanym w literaturze czynnikiem etiologicznym zatruc, zwłaszcza po spożyciu mięsa drobiowego [16]. Opracowanie techniki skutecznie eliminującej tę bakterię, a równocześnie bezpiecznej dla środowiska, jest sprawą priorytetową.

W badaniach wykazano, że oba czynniki dezynfekcyjne spowodowały zmniejszenie liczby bakterii *Campylobacter* sp. W metodzie płytkowej stopień redukcji bakterii wynosił powyżej 2 log jtk/ml, niezależnie od szczepu i czynnika odkażającego, natomiast w mięsie drobiowym po 30-minutowym wyjaławianiu stwierdzono stopień redukcji od 0,19 log jtk/ml (szczep *C. coli* ATCC 43478 napromieniany UV) do 1,16 log jtk/ml (szczep *C. jejuni*, izolat własny, po działaniu ozonem). Mniejsza przeżywalność szczepów *Campylobacter* sp. na płytkach w porównaniu z mięsem drobiowym wynika z lepszej penetracji obu czynników dezynfekcyjnych. Porowata struktura mięsa umożliwia wnikanie komórek bakterii w głąb produktu i powoduje słabszą przenikalność środków dezynfekcyjnych. Wyniki badań własnych są zgodne z danymi przytaczanymi przez innych naukowców. Isohanni i Lyhs [8] wykazali stopień redukcji *Campylobacter jejuni* z powierzchni mięsa drobiowego po działaniu promieniowaniem UV na poziomie 0,7 log [8]. Muhlisin i wsp. [12], ozonując mięso drobiowe kontaminowane bakteriami *Salmonella* Typhimurium, otrzymali stopień redukcji bakterii rzędu 0,8 log jtk/g [12]. W niniejszych badaniach po 30-minutowym ozonowaniu mięsa drobiowego stopień redukcji bakterii *Campylobacter* sp. kształtował się średnio na poziomie

1,0 log jtk/ml, a po naświetlaniu promieniowaniem UV w tym samym czasie – 0,3 log jtk/ml. Lindqvist i Lindblad [10] wykazali, że już nieznaczny stopień redukcji *Campylobacter* sp. z powierzchni tuszek drobiowych (powyżej 1 log na tuszkę) wpływa znacząco na zmniejszenie ryzyka zatrucia pokarmowego u ludzi tym patogenem, stąd celowe jest prowadzenie dalszych prac w tym kierunku.

### Wnioski

1. Techniki dezynfekcji ozonem i promieniowaniem UV powodują zmniejszenie liczby bakterii *Campylobacter* sp. zarówno w metodzie płytkowej, jak i w mięsie drobiowym, jednak przed wprowadzeniem ich do praktycznego stosowania należałoby zbadać ich utleniający wpływ na substancje odżywcze, w które zasobne jest mięso drobiowe.
2. Zastosowanie tylko jednej z badanych technik we wstępnym procesie oczyszczania mięsa drobiowego nie jest rekomendowanym działaniem.
3. Wykorzystanie badanych technik w połączeniu np. z fizycznymi metodami dekontaminacji, polegającymi na działaniu niskich lub wysokich temperatur może zwiększyć efektywność sanizacji i poprawić bezpieczeństwo mikrobiologiczne mięsa drobiowego.

*Badania zostały sfinansowane ze środków tematu badawczego: „Badanie aktywności metabolicznej szczepów należących do rodzaju Campylobacter, izolowanych z surowego mięsa drobiowego”. Badania statutowe Zakładu Jakości Żywności w Łodzi, Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego – nr tematu: 500-01-ZJ-03.*

### Literatura

- [1] EFSA: The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2011. EFSA J. 2013, **4** (11), 3129.
- [2] EFSA: The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2012. EFSA J. 2014, **2** (12), 3547.
- [3] Gharst G., Oyarzabal O.A., Hussain S.K.: Review of current methodologies to isolate and identify *Campylobacter* spp. from foods. J. Microbiol. Methods, 2013, **95**, 84-92.
- [4] Gomez-Lopez V., Ragaert P., Debevere J., Devlieghere F.: Pulsed light for food decontamination: A review. Trends Food Sci. Technol., 2007, **18**, 464-473.
- [5] Goncalves A.A.: Ozone – an emerging technology for the seafood industry. Braz. Arch. Biol. Technol., 2009, **6** (52), 1527-1539.
- [6] Guzel-Seydim Z.B., Green A.K., Seydim A.C.: Use of ozone in the food industry. Lebensm. Wiss. Technol., 2004, **37**, 453-460.
- [7] Hijnen W.A.M., Beerendonk E.F., Medema G.J.: Inactivation credit of UV radiation for viruses, bacteria and protozoan (oo)cysts in water: A review. Water Res., 2006, **40**, 3-22.

- [8] Isohanni P.M., Lyhs U.: Use of ultraviolet irradiation to reduce *Campylobacter jejuni* on broiler meat. Poultry Sci., 2009, **3 (88)**, 661-668.
- [9] Khadre M.A., Yousef A.E., Kim J.-G.: Microbiological aspects of ozone applications in food: A review. J. Food Sci., 2001, **9 (66)**, 131-138.
- [10] Lindqvist R., Lindblad M.: Quantitative risk assessment of thermophilic *Campylobacter* spp. and cross-contamination during handling of raw broiler chickens evaluating strategies at the producer level to reduce human campylobacteriosis in Sweden. Inter. J. Food Microbiol., 2008, **121**, 41-52.
- [11] Moran L., Scates P., Madden R.H.: Prevalence of *Campylobacter* spp. in raw retail poultry on sale in Northern Ireland. J. Food Protect., 2009, **9 (72)**, 1830-1835.
- [12] Muhlisin M., Youngjae Ch., Ji Hye Ch., Tae-Wook H., Sung Ki L.: Bacterial counts and oxidative properties of chicken breast inoculated with *Salmonella Typhimurium* exposed to gaseous ozone. J. Food Safety, 2014, **1 (35)**, 137-144, DOI: 10.1111/jfs.12161.
- [13] PN-EN ISO 10272-1:2007 + Ap1:2008. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania obecności i oznaczania liczby *Campylobacter* spp. Część 1: Metoda wykrywania.
- [14] PKN-ISO/TS 10272-2:2008. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania obecności i oznaczania liczby *Campylobacter* spp. Część 2: Metoda liczenia kolonii
- [15] Selma M.V., Allende A., Lopez-Galvez F., Conesa M.A., Gil M.I.: Disinfection potential of ozone, ultraviolet-C and their combination in wash water for the fresh-cut vegetable industry. Food Microbiol., 2008, **25**, 809-814.
- [16] Silva J., Leite D., Fernandes M., Mena C., Gibbs P.A., Teixeira P.: *Campylobacter* spp. as a food-borne pathogen: A review. Front. Microbiol., 2011, **2**, 1-12.
- [17] United States Food and Drug Administration: Ultraviolet radiation for the processing and treatment of food. Code of Federal Regulations 2002, 21 Part 179.39.
- [18] Włodyka-Bergier A., Bergier T.: Wpływ dezynfekcji wody promieniami nadfioletowymi na potencjał tworzenia halogenowych produktów chlorowania w sieci wodociągowej. Ochrona Środowiska, 2013, **3 (35)**, 53-57.

#### APPLICATION OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY TECHNIQUES TO INACTIVATE *CAMPYLOBACTER* SP. IN POULTRY MEAT

##### S u m m a r y

*Campylobacter* is considered to be one of the major pathogens responsible for food poisoning that occurs particularly after consuming the incorrectly stored or improperly thermally treated poultry meat. Thus, research studies are intensified that are targeted at searching for disinfection techniques, which are environmentally safe and effectively eliminate that pathogen. The Department of Food Quality at the Institute of Agricultural and Food Biotechnology in Łódź undertook research the objective of which was to determine the effectiveness of environmentally friendly disinfection with the use of ozone and ultraviolet irradiation to inactivate *Campylobacter* sp. inoculated on agar plates, and, then, in poultry meat. It was proved that the two disinfecting agents caused the counts of *Campylobacter* spp. to decrease. When applying the method with agar plates, the reduction degree of bacteria was above 2 log cfu/ml regardless of the strain and sanitising agent. After 30 minutes of sterilizing the poultry meat, the reduction degree of bacteria therein ranged from 0.19 log cfu/ml as for the strain of UV irradiated *C. coli* ATCC 43478 to 1.16 log cfu/ml as for the ozone-treated *C. jejuni* (the authors' own strain). Depending on the disinfecting agent: ozone or UV light, the mean degree of reduction was, respectively: 1.0 and 0.3 log cfu/ml UV. Considering the results obtained, it would not be recommended to apply only one of the disinfection methods tested to the initial cleansing process of poultry. However, the use of ozonation and UV irradiation together with



---

other decontamination techniques could increase the effectiveness of sanitisation and improve the microbiological safety of poultry meat; therefore, it is advisable to continue the research in this field.

**Key words:** *Campylobacter*, poultry meat, ozonation, UV irradiation ☒