

LEKOOPORNOŚĆ SZCZEPÓW Z RODZAJU *CAMPYLOBACTER* SPP. WYZIOLOWANYCH Z MIĘSA DROBIOWEGO

Anna Szosland-Fałtyn, Beata Bartodziejska, Joanna Królasik, Beata Paziak-Domańska

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. W. Dąbrowskiego,
Zakład Jakości Żywności
al. J. Piłsudskiego 84, 92-202 Łódź
anna.szosland@ibprs.pl

Streszczenie

Narastanie i szerzenie się oporności wśród bakterii *Campylobacter* spp. izolowanych z różnych źródeł na powszechnie stosowane antybiotyki i chemioterapeutyki znacznie utrudnia leczenie kampylobakteriozy i wielu powikłań z nią związanych. Dlatego też w pracy podjęto badania mające na celu określenie lekooporności szczepów z rodzaju *Campylobacter* spp. wyizolowanych z mięsa drobiowego. Do badań lekooporności wybrano dwadzieścia szczepów z rodzaju *Campylobacter* spp. należących do gatunków *C. jejuni* i *C. coli* (po dziesięć z każdego gatunku). Wrażliwość szczepów sprawdzono metodą dyfuzyjno-krażkową wg kryteriów CLSI [2014] w odniesieniu do trzynastu antybiotyków i chemioterapeutyków, należących do ośmiu grup (tj. amoksycylina, ampicylina, azytromycyna, ciprofloksacyna, klindamycyna, chloramfenikol, erytromycyna, gentamycyna, kwas nalidyksowy, oksytetracyklina, norfloksacyna, pefloksacyna, cefalotyna). Wyniki badań wykazały zróżnicowaną lekooporność szczepów *Campylobacter* spp. wyizolowanych z mięsa drobiowego. Niezależnie od gatunku wszystkie badane szczepy *Campylobacter* spp. były odporne na cefalotynę, a wrażliwe na azytromycynę. W badaniach zaobserwowano 20% i 40% odsetek szczepów wykazujących oporność na odpowiednio erytromycynę i ciprofloksacynę. Ponad 60% szczepów było opornych na norfloksacynę, pefloksacynę, a 45% na kwas nalidyksowy. Wśród szczepów opornych, 13 na 20 przebadanych izolatów było wielolekoopornych.

Słowa kluczowe: *Campylobacter* spp., antybiotyki, lekooporność

DRUG RESISTANCE OF *CAMPYLOBACTER* SPP. STRAINS ISOLATED FROM POULTRY MEAT

Summary

Intensification and spread of antibiotic-resistant *Campylobacter* spp., isolated from various sources, to commonly used antibiotics and chemotherapeutic agents significantly

hinders treatment of campylobacteriosis and many complications. Therefore, we have undertaken studies to determine drug resistance of *Campylobacter* spp., isolated from poultry meat. For this purpose twenty strains of *Campylobacter* spp. belonging to the species *C. jejuni* and *C. coli* (ten for each kind) were selected. The sensitivity of the strains was tested according to the CLSI [2014] recommendations for thirteen antibiotics and chemotherapeutic agents belonging to eight groups, (ie., amoxicillin, ampicillin, azithromycin, ciprofloxacin, clindamycin, chloramphenicol, erythromycin, gentamicin, nalidixic acid, oxytetracycline, norfloxacin, pefloxacin, cephalothin) using disc diffusion method. The results demonstrated various levels of resistance among strains of *Campylobacter* spp. isolated from poultry meat. Regardless of the species, all strains of *Campylobacter* spp. were resistant to cephalothin and susceptible to azithromycin. We observed 20% and 40% of strains showing resistance to erythromycin, and ciprofloxacin, respectively. Over 60% of the strains were resistant to norfloxacin, pefloxacin, as well as 45% to the nalidixic acid. Among these isolates thirteen strains were considered as a multi-drug resistant.

Key words: *Campylobacter* spp., antibiotics, drug resistance

WSTĘP

Odkrycie antybiotyków i ich zastosowanie w leczeniu i zapobieganiu chorobom występującym u ludzi i zwierząt należy uznać za jedno z najważniejszych osiągnięć nauk medycznych XX wieku. Niestety wraz z wykorzystaniem tych substancji pojawiło się zjawisko oporności bakterii [Wasył, Osek 2008]. Narastanie i szerzenie się oporności wśród bakterii *Campylobacter* spp., izolowanych od ludzi i zwierząt oraz z żywności, na powszechnie stosowane antybiotyki i chemioterapeutyki znacznie utrudnia leczenie kampylobakteriozy i powikłań z nią związanych. Szacuje się, że wzrost oporności na antybiotyki stosowane u ludzi w czasie infekcji pałeczkami *Campylobacter* spp. kształtuje się na poziomie około 2% w skali roku. Przyczyną lekooporności na stosowane terapeutyki wśród szczepów *Campylobacter* spp. jest nadużywanie czy też niewłaściwe stosowanie antybiotyków i chemioterapeutyków w hodowli czy leczeniu zwierząt oraz terapii chorób człowieka. Stosowanie antybiotyków i chemioterapeutyków u drobiu, który jest głównym rezerwuarem pałeczek *Campylobacter* spp., może prowadzić do selekcji opornych szczepów, a następnie do ich transmisji na ludzi poprzez zakażoną żywność. Dlatego też w pracy podjęto badania mające określić lekooporność wyizolowanych z mięsa drobiowego i zidentyfikowanych do dwóch gatunków szczepów z rodzaju *Campylobacter* spp.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał badawczy

Materiał badawczy stanowiły próbki mięsa drobiowego 4 gatunków, z których wyizolowano szczepy *Campylobacter* spp.

Materiał biologiczny

Materiał biologiczny stanowiły szczepy *C. coli* i *C. jejuni* wyizolowane z mięsa drobiowego, których przynależność do rodzaju *Campylobacter* spp. oraz gatunku została potwierdzona w testach fenotypowych i genotypowych. Identyfikację prowadzono zgodnie z normą ISO 10272-1:2007+Ap1:2008. Podejrzane kolonie, o morfologii Gram-ujemnych pałeczek wykazujących ruch, oceniano między innymi pod względem zdolności do wytwarzania katalazy, hydrolizy octanu indoksyłu i hydrolizy hipuranu sodu. Izolaty bakteryjne genotypowane były metodą PCR opracowaną przez Maćkiw i in. [2012].

Przechowywanie i aktywacja szczepów

Szczepy z rodzaju *Campylobacter* spp. przechowywano w stanie zamrożenia w temperaturze -20°C w kriobankach. Przed każdym eksperymentem szczepy uaktywniano przez pojedynczy pasaż na nieselektywnej pożywce Columbia agar z krwią, w atmosferze mikroaerofilnej, w temperaturze $42 \pm 1^{\circ}\text{C}$ przez 48 h, stosując gotowe zestawy CampyGenTM (OXOID).

Badanie wrażliwości szczepów *Campylobacter* spp. na antybiotyki i chemioterapeutyki

Badanie lekowrażliwości szczepów *Campylobacter* spp. określano metodą Kirby-Bauera (dyfuzyjno-krążkową), hodując je na nieselektywnej pożywce Columbia agar z krwią (GRASO), w atmosferze mikroaerofilnej, w temperaturze $42 \pm 1^{\circ}\text{C}$ przez 48 h przy użyciu gotowych zestawów CampyGenTM (OXOID) [Karikari i in. 2017]. Następnie jałowe pożywki Columbia agar z krwią kontaminowano wyjściową zawiesiną bakteryjną o gęstości 0,5 wg skali McFarlanda, wg zaleceń [NCCIs, 2003]. Lekowrażliwość szczepów *Campylobacter* spp. oznaczano, posługując się krążkami z ampicyliną (AMP 10 μg), azytromycyną (AZM 15 μg), erytromycyną (E 15 μg), amoksycyliną z kwasem klawulanowym (AMC 20/10 μg), klindamycyną (DA 2 μg), chloramfenikolem (C 30 μg), oksytetracykliną (T 30 μg), peflokacyną (PEF 5 μg), gentamycyną (CN 10 μg), kwasem nalidyksowym (NA 30 μg), ciprofloksacyną (CIP 5 μg), norfloksacyną (NOR 10 μg), cefalotyną (KF 30 μg) (BioMaxima S.A.). Opierając się na dyfuzji antybiotyku zawartego w krążku do podłoża, mierzono wielkość strefy zahamowania wzrostu szczepów wokół krążków. Strefa zahamowania wzrostu była wprost proporcjonalna do stopnia wrażliwości szczepów na antybiotyk – im większa strefa zahamowania, tym bardziej wrażliwy szczep. W zależności od określonej wielkości

strefy zahamowania wzrostu (ang. *break point* – stężenie graniczne) szczepy oznaczano jako: wrażliwe, średnio wrażliwe lub odporne. Do interpretacji wyników dla *Campylobacter* spp. przyjęto kryteria opracowane przez Luangtongkum i in. [2007] oraz stosowane dla *Enterobacteriaceae* wyznaczone przez Instytut Norm Klinicznych i Laboratoryjnych (ang. *Clinical and Laboratory Standards Institute, CLSI*) (tabela 1).

Tabela 1. Kryteria interpretacji wyników lekowrażliwości dla *Campylobacter* spp. [Luangtongkum i in. 2007; CLSI 2014]

Drug susceptibility criteria for Campylobacter spp. [Luangtongkum et al. 2007; CLSI 2014]

Antybiotyki/chemioterapeutyki		Stężenie w krążku [µg]	Strefa zahamowania wzrostu [mm]		
Grupa	Czynnik antymikrobiologiczny		wrażliwy	średnio wrażliwy	oporny
penicyliny	ampicylina	10	≥ 17	14–16	≤ 13
β-laktamy	amoksycylina z kwasem klawulanowym	20/10	≥ 18	14–17	≤ 13
	cefalotyna	30	≥ 18	15–17	≤ 14
tetracykliny	oksytetracyklina	30	≥ 15	12–14	≤ 11
makrolidy	erytromycyna	15	≥ 23	14–22	≤ 13
	azytromycyna	15	≥ 18	14–17	≤ 13
aminoglikozydy	gentamycyna	10	≥ 15	13–14	≤ 12
fenikole	chloramfenikol	30	≥ 18	13–17	≤ 12
fluorochinolony/ chinolony	kwas nalidyksowy	30	≥ 19	14–18	≤ 13
	pefloksacyna	5	≥ 19	14–18	≤ 13
	ciprofloksacyna	5	≥ 21	16–20	≤ 15
	norfloksacyna	10	≥ 17	13–16	≤ 12
linkozamidy	klindamycyna	2	≥ 19	14–18	≤ 13

WYNIKI I Dyskusja

Wyniki badań wykazały zróżnicowaną lekooporność szczepów z rodzaju *Campylobacter* spp. wyizolowanych z mięsa drobiowego (wykres 1). Niezależnie od gatunku wszystkie badane szczepy *Campylobacter* spp. były odporne na cefalotyne, a wrażliwe na azytromycynę (tabela 2). Żaden z przebadanych szczepów nie wykazywał wrażliwości na

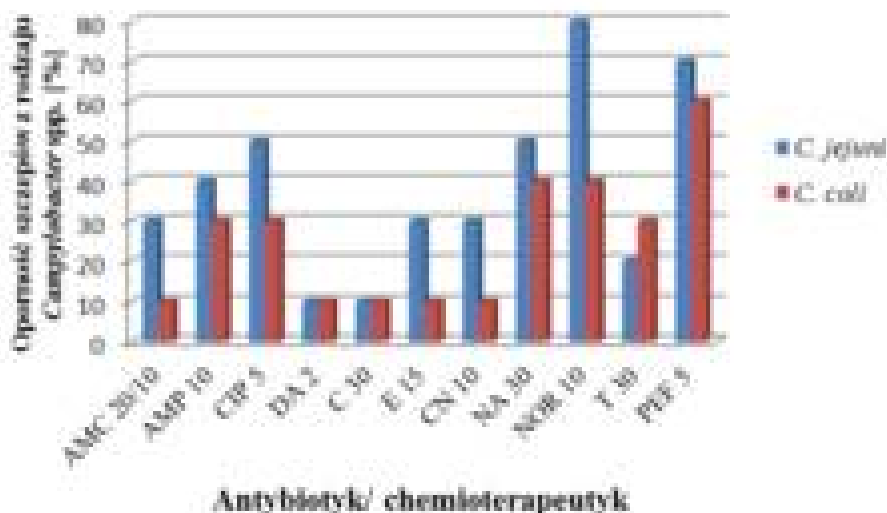
wszystkie przebadane antybiotyki. Odsetek wrażliwych na ampicylinę izolatów wynosił 65% i był o 47% wyższy niż w badaniach prowadzonych w Tanzanii [Nonga i in. 2010].

Zdecydowana większość przypadków żołądkowo-jelitowych nieżytów o podłożu kampylobakteriozy ulega samoistnemu ograniczeniu, wymagając jedynie podania płynów i elektrolitów, lekkostrawnej diety oraz stosowania probiotyków i preparatów witaminowych. Wdrożenie antybiotykoterapii wskazane jest w przypadku ciężkiego przebiegu zakażenia, objawiającego się wysoką gorączką oraz ostrą, krwawą biegunką, utrzymującą się ponad tydzień. W początkowej fazie leczenia ludzkiej kampylobakteriozy najczęściej stosuje się antybiotyki makrolidowe, takie jak: erytromycyna czy azytromycyna [Rokosz i in. 2014]. W prezentowanych badaniach zaobserwowano jednak 20% odsetek szczepów wykazujących oporność na erytromycynę (tabela 2). W Polsce jak dotąd nie opisywano występowania oporności na erytromycynę czy azytromycynę wśród szczepów *Campylobacter* spp. Natomiast w doświadczeniach prowadzonych w Ghanie wykazano, że od 97% do 100% szczepów *Campylobacter* spp. izolowanych od świń, bydła, kóz i owiec wykazywało oporność na erytromycynę [Karikari i in. 2017]. Porównywalne wyniki uzyskano w badaniach w Nigerii. Wszystkie wyizolowane z kurczaków szczepy *C. coli* były odporne na ten lek [Okunlade i in. 2015]. W terapii zakażeń *Campylobacter* spp. u pacjentów powyżej szesnastego roku życia stosuje się również fluorochinolony, ze względu na ich szeroki zakres działania [Rokosz i in. 2014]. W ostatnich latach odnotowywano jednak narastającą oporność szczepów *Campylobacter* spp. na chinoliny i ich pochodne fluorowe – głównie na ciprofloksacynę i kwas nalidyksowy [Adzitey i in. 2012; Duarte i in. 2014; Kim i in. 2016; Sammarco i in. 2010]. Przeprowadzona analiza lekowrażliwości wykazała wysoki ponad 60% odsetek szczepów opornych na norfloksacynę, pefloksacynę oraz 40% oporność na ciprofloksacynę. Ponadto wykazano 45% odsetek szczepów opornych na kwas nalidyksowy. Równie wysoką oporność zaobserwowali naukowcy z Czech czy Włoch. W badaniach Bardoń i in. [2011] wykazano ciprofloksacynooporność wśród 54% szczepów *C. jejuni* i 76% szczepów *C. coli*. Sammarco i in. [2010] wyodrębnili zaś 72% szczepów *Campylobacter* spp. opornych na kwas nalidyksowy i 51% opornych na ciprofloksacynę. Oporność na te leki związana jest m.in. z mutacjami punktowymi w genach *gyrA* i *gyrB* kodujących gyrazę oraz *parC* i *parE* kodujących topoizomerazę IV [Smith, Fratamico 2010]. Z uwagi na fakt, iż ciprofloksacyna nie jest stosowana u dzieci poniżej szesnastego roku życia, przyczyną wysokiego odsetka szczepów opornych prawdopodobnie jest zbyt częste użycie fluorochinolonów w leczeniu zwierząt, zwłaszcza na fermach drobiu [Maćkiw i in. 2009]. Odmienne wyniki oporności na fluorochinolony odnotowano w Tanzanii, gdzie 90%

szczepów *C. jejuni* było wrażliwych na ciprofloksacynę, tłumacząc to brakiem powszechności stosowania tej grupy antybiotyków w praktyce weterynaryjnej [Nonga i in. 2010]. Unia Europejska wymogła znaczne ograniczenia w stosowaniu tych antybiotyków, dopuszczając ich aplikację jedynie w czasie choroby zwierzęcia. Miną jednak lata, zanim pojawią się znów szczepy wrażliwe na ten antybiotyk [Smith, Fratamico 2010].

Spośród innych leków stosowanych w leczeniu kampylobakteriozy wymienia się: tetracyklinę, gentamycynę oraz amoksycylinę z kwasem klawulanowym [Rokosz i in. 2014]. W badaniach stwierdzono jednak oporność szczepów z rodzaju *Campylobacter* spp., wynoszącą dla tetracykliny 10%, a dla gentamycyny i amoksycyliny z kwasem klawulanowym po 20% (tabela 2). Tetracykliny jako antybiotyki o szerokim spektrum działania należą do jednej z grup antybiotyków najszerszej stosowanych, a oporność bakterii na tetracykliny stanowi poważny problem medyczny. Wśród przebadanych szczepów *Campylobacter* spp., gatunek *C. coli* wykazywał wyższą oporność – wynoszącą 30%, natomiast wśród szczepów gatunku *C. jejuni* stwierdzono 20% opornych izolatów. Podobne wyniki badań otrzymali portugalscy naukowcy. Ich eksperymenty również potwierdziły wyższą tetracyklinooporność wśród szczepów *C. coli* niż *C. jejuni*, wynoszącą odpowiednio 89% i 80%.

Stwierdzono, że wśród szczepów opornych, 13 na 20 przebadanych izolatów było wielolekoopornych, czyli charakteryzowało się brakiem wrażliwości na co najmniej trzy grupy spośród przeanalizowanych antybiotyków i chemioterapeutyków. Siedem pozostałych izolatów wykazywało oporność na dwie grupy leków (tabele 3. i 4). Równie wysokie wyniki wielolekooporności w odniesieniu do izolatów *Campylobacter* spp. izolowanych z mięsa drobiowego otrzymali Wei i in. [2014], Jamali i in. [2015] oraz Nguyen i in. [2016]. W kenijskich badaniach 61,3% szczepów *C. jejuni* wykazywało wielolekooporność, zwłaszcza w przypadku takich antybiotyków jak ciprofloksacyna, kwas nalidyksowy i tetracyklina [Nguyen i in. 2016].



Wykres 1. Lekooporność szczepów *Campylobacter* spp. izolowanych z mięsa drobiowego
Drug resistance of Campylobacter spp. isolated from poultry meat

Tabela 2. Częstość występowania lekooporności wśród szczepów *Campylobacter* spp.
Frequency existence of drug resistance among Campylobacter spp. strains

	Antybiotyk/ chemioterapeutyk						
	AMP 10	AMC 20/10	KF 30	T 30	E 15	AZM 15	CN 10
Liczba/ % szczepów opornych	7/35	4/20	20/100	5/10	4/20	0/20	4/20
	C 30	NA 30	PEF 5	CIP 5	NOR 10	DA 2	
	2/10	9/45	13/65	8/40	12/60	2/10	

Tabela 3. Wielolekooporność szczepów *Campylobacter* spp.
Multidrug resistance of Campylobacter spp.

Liczba/ % szczepów opornych na antybiotyki/chemioterapeutyki z:	Izolaty bakterii		
	<i>C. jejuni</i>	<i>C. coli</i>	Ogółem
dwóch grup	3/30	4/40	7/35
trzech grup	2/20	4/40	6/30
czterech grup	2/20	2/20	4/20
pięciu grup	2/20	0/0	2/10
sześciu grup	1/20	0/0	1/5

Tabela 4. Przykładowa lekooporność badanych szczepów z rodzaju *Campylobacter* spp. w odniesieniu do grup leków zalecanych w terapii kampylobakteriozy
Drug resistance example among tested Campylobacter spp. strains in relation to groups of drugs recommended for the treatment of campylobacteriosis

	Grupa	Leki	Liczba/ % szczepów opornych na leki	
			<i>C. jejuni</i>	<i>C. coli</i>
Dwa antybiotyki/ chemioterapeutyki	fluorochinolon/ makrolid	CIP 5 + E 15	2/20	0/0
	fluorochinolon/ aminoglikozyd	CIP 5 + CN 10	3/30	0/0
	fluorochinolon/ tetracyklina	CIP 5 + T 30	1/10	0/0
	fluorochinolon/ penicylina	CIP 5 + AM 10	1/10	0/0
	fluorochinolon/ β-laktam	CIP 5 + AMC 20/10	0/0	0/0
	fluorochinolon/ fenikol	CIP 5 + C 30	0/0	0/0
	tetracyklina/ fenikol	T 30 + C 30	1/10	0/0
	tetracyklina/ penicylina	T 30 + AM 10	2/20	0/0
	tetracyklina/ aminoglikozyd	T 30 + CN 10	0/0	2/20
	tetracyklina/ β-laktam	T 30 + AMC 20/10	1/10	0/0
	makrolid/ tetracyklina	E 15 + T 30	1/10	0/0
	makrolid/ β-laktam	E 15 + AMC 20/10	1/10	0/0
	makrolid/ aminoglikozyd	E 15 + CN 10	1/10	0/0
	makrolid/ penicylina	E 15 + AM 10	2/20	1/10
	makrolid/ fenikol	E 15 + C 30	1/10	0/0
	β-laktam/ penicylina	AMC 20/10 + AM 10	3/30	0/0
	β-laktam/ fenikol	AMC 20/10 + C 30	1/10	0/0
	linkozamid/ penicylina	DA 2 + AM 10	0/0	0/0
	linkozamid/ β-laktam	DA 2 + AMC 20/10	0/0	0/0
	linkozamid/ makrolid	DA 2 + E 15	0/0	0/0
	linkozamid/ aminoglikozyd	DA 2 + CN 10	1/10	1/10
	linkozamid/ tetracyklina	DA 2 + T 30	1/10	1/10
linkozamid/ fenikol	DA 2 + C 30	0/0	0/0	
linkozamid/ fluorochinolon	DA 2 + CIP 5	1/10	0/0	

	aminoglikozyd/ penicylina	CN 10 + AM 10	1/10	0/0
	aminoglikozyd/ β -laktam	CN 10 + AMC 20/10	0/0	0/0
	aminoglikozyd/ fenikol	CN 10 + C 30	0/0	0/0
Trzy antybiotyki/ chemioterapeutyki	fluorochinolon/ makrolid/ aminoglikozyd	CIP 5 + E 15 + CN 10	1/10	0/0
	fluorochinolon/ linkozamid/ aminoglikozyd	CIP 5 + DA 2 + CN 10	1/10	0/0
	β -laktam/ penicylina/ makrolid	AMC 20/10 + AM 10 + E 15	1/10	0/0
	fluorochinolon/ tetracyklina/ aminoglikozyd	CIP 5 + T 30 + CN 10	1/10	0/0
	fluorochinolon/ makrolid/ penicylina	CIP 5 + E 15 + AM 10	1/10	0/0
	makrolid/ aminoglikozyd/ β -laktam	E 15 + CN 10 + AMC 20/10	0/0	0/0
	tetracyklina/ aminoglikozyd/ β -laktam	T 30 + CN 10 + AMC 20/10	0/0	0/0
	tetracyklina/ aminoglikozyd/ linkozamid	T 30 + CN 10 + DA 2	1/10	1/10
	tetracyklina/ aminoglikozyd/ makrolid	T 30 + CN 10 + E 15	0/0	0/0
	tetracyklina/ makrolid/ penicylina	T 30 + E 15 + AM 10	1/10	0/0
	tetracyklina/ β -laktam/ penicylina	T 30 + AMC 20/10 + AM 10	1/10	0/0
Cztery antybiotyki/ chemioterapeutyki	fluorochinolon/ linkozamid/ tetracyklina/ aminoglikozyd	CIP 5 + DA 2 + T 30 + CN 10	1/10	0/0
	β -laktam/ penicylina/ makrolid/ tetracyklina	AMC 20/10 + AM 10 + E 15 + T 30	1/10	0/0
	penicylina/ fluorochinolon/ makrolid/ aminoglikozyd	AM 10 + CIP 5 + E 15 + CN 10	1/10	0/0

WNIOSKI

- 1) Wszystkie przebadane szczepy *Campylobacter* spp. były wrażliwe na azytromycynę, więc potencjalna antybiotykoterapia tym lekiem byłaby skuteczna.
- 2) 65% izolatów *Campylobacter* spp. było wielolekoopornych, czyli charakteryzowało się brakiem wrażliwości na co najmniej trzy grupy spośród przeanalizowanych antybiotyków i chemioterapeutyków.

- 3) Monitorowanie lekowrażliwości wśród szczepów *Campylobacter* spp. jest jednym z elementów kontroli zakażeń, przeciwdziałania rozprzestrzeniania się lekooporności i rekomendowania standardów terapeutycznych.

PIŚMIENNICTWO

1. Adzitey F., Rusul G., Huda N., Cogan T., Corry J. (2012). Prevalence, antibiotic resistance and RAPD typing of *Campylobacter* species isolated from ducks, their rearing and processing environments in Penang, Malaysia. *Int. J. Food Microbiol.*, 154 (3), 197-205
2. Bardoň J., Kolář M., Karpíšková R., Hricová K. (2011). Prevalence of thermotolerant *Campylobacter* spp. in broilers at retail in the Czech Republic and their antibiotic resistance. *Food Control*, 22 (2), 328-332
3. Clinical and Laboratory Standards Institute. (2014). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty-Fourth Informational Supplement, M100-S24, 34 (1), 1-226
4. Duarte A., Santos A., Manageiro V., Martins A., Fraqueza M.J., Canica M., Domingues F.C., Oleastro M. (2014). Human, food and animal *Campylobacter* spp. isolated in Portugal: high genetic diversity and antibiotic resistance rates. *Int. J. Antimicrob. Agents*, 44, 306-313
5. ISO 10272-1:2007+Ap1:2008. Mikrobiologia żywności i pasz – Horyzontalna metoda wykrywania obecności i oznaczania liczby *Campylobacter* spp. – Część 1: Metoda wykrywania
6. Jamali H., Ghaderpour A., Radmehr B., Swee Chuan Wei K., Ching Chai L., Ismail S. (2015). Prevalence and antimicrobial resistance of *Campylobacter* species isolates in ducks and geese. *Food Control*, 50, 328-330
7. Karikari A. B., Obiri-Danso K., Frimpong E. H., Krogfelt K. A. (2017). Antibiotic resistance of *Campylobacter* recovered from faeces and carcasses of healthy livestock. *BioMed Res. Int.*, doi:10.1155/201
8. Kim J. S., Lee M. Y., Kim S. J., Jeon S.-E., Cha I., Hong S., Chung G. T., Huh M.-J., Kang Y.-H., Yoo C.-K., Kim J. (2016). High-level ciprofloxacin-resistant *Campylobacter jejuni* isolates circulating in humans and animals in Incheon, Republic of Korea. *Zoonoses Public Health*, 63 (7), 1863-2378
9. Luangtongkum T., Morishita T. Y., El-Tayeb A. B., Ison A. J., Zhang Q. (2007). Comparison of antimicrobial susceptibility testing of *Campylobacter* spp. by the agar dilution and the agar disk diffusion methods. *J. Clin. Microbiol.*, 45 (2), 590-594

10. Maćkiw E., Rzewuska K., Tomczuk K., Korsak D. (2009). Oporność na ciprofloksacynę i tetracyklinę szczepów *Campylobacter* spp. izolowanych z produktów drobiarskich. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 42 (3), 588-592
11. Maćkiw E., Korsak D., Rzewuska K., Tomczuk K., Rozynek E. (2012). Antibiotic resistance in *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* isolated from food in Poland. *Food Control*, 23, 297-301
12. Nguyen T. N. M., Hotzel H., Njeru J., Mwituria J., El-Adawy H., Tomaso H., Neubauer H. (2016). Antimicrobial resistance of *Campylobacter* isolates from small scale and backyard chicken in Kenya. *Gut Pathogens.*, 8, 39, doi: 10.1186/s13099-016-0121-5
13. Nonga H. E., Muhairwa A. P. (2010). Prevalence and antibiotic susceptibility of thermophilic *Campylobacter* isolates from free range domestic duck (*Cairina moschata*) in Morogoro municipality, Tanzania. *Trop. Anim. Health Prod.*, 42 (2), 165-172
14. Okunlade A., Ogunleye A. O., Jeminlehin F. O., Ajuwape A. T. (2015). Occurrence of *Campylobacter* species in beef cattle and local chickens and their antibiotic profiling in Ibadan, Oyo State, Nigeria. *Afr. J. Microbiol. Res.*, 9 (22), 1473-1479
15. Rokosz N., Rastawicki W., Wołkowicz T. (2014). Mikrobiologiczna diagnostyka zakażeń wywołanych przez pałeczki *Campylobacter jejuni* i *Campylobacter coli* u ludzi. *Postępy Hig. Med. Dosw.*, 68, 48-56
16. Sammarco M. L., Ripabelli G., Fanelli I., Grasso G. M., Tamburro M. (2010). Prevalence and biomolecular characterization of *Campylobacter* spp. isolated from retail meat. *J. Food Protect.*, 73 (4), 720-728
17. Smith J. L., Fratamico P. M. (2010). Fluoroquinolone resistance in *Campylobacter* spp. *J. Food Protect.*, 73 (6), 1141-1152
18. Wasyl D., Osek J. (2008). Monitorowanie występowania oporności na antybiotyki u szczepów *Salmonella* i *Campylobacter* izolowanych od zwierząt. *Życie Wet.*, 83 (2), 107-110
19. Wei B., Cha S. Y., Kang M., Roh J. H., Seo H. S., Yoon R. H., Jang H. K. (2014). Antimicrobial susceptibility profiles and molecular typing of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* isolates from ducks in South Korea. *Appl. Environ. Microbiol.*, 80 (24), 7604-7610