

# Chlamydie – drobnoustroje wciąż mało znane

Monika Szymańska-Czerwińska<sup>1</sup>, Krzysztof Niemczuk<sup>1</sup>, Kinga Zaręba-Marchewka<sup>2</sup>

z Laboratorium Diagnostyki Serologicznej<sup>1</sup> oraz Zakładu Chorób Bydła i Owiec<sup>2</sup> Państwowego Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach

Chlamydiozy były znane już w starożytności (1). Chlamydie to Gram-ujemne bakterie, które z powodu swoich niewielkich rozmiarów, zdolności przechodzenia przez filtry o średnicy 0,45 µm oraz dwufazowego, wewnątrzkomórkowego cyklu rozwojowego, początkowo uważane były za wirusy. Jednakże ze względu na obecność zarówno DNA, jak i RNA, możliwość syntezy białek, lipidów, kwasów nukleinowych oraz wrażliwość na antybiotyki zostały sklasyfikowane jako bakterie (2). Wstępują na całym świecie zarówno u zwierząt hodowlanych i towarzyszących, jak również wolno żyjących. Wrażliwe na zakażenia są m.in. ptaki, gady, ssaki, w tym ludzie (3). Objawy kliniczne w przebiegu zakażenia są różne i zależą od wirulencji szczepu, wrażliwości gatunku gospodarza oraz jego statusu immunologicznego. Siewstwo występuje u zwierząt wykazujących objawy choroby, jak również u bezobjawowych osobników. Wydalanie komórek bakteryjnych z organizmu może być stałe lub mieć charakter okresowy i zostać aktywowane czynnikami stresowymi, takimi jak np. migracja, reprodukcja czy inna choroba (4, 5).

W ostatnich latach dzięki intensywnemu rozwojowi badań molekularnych, a zwłaszcza sekwencjonowaniu nowej generacji (whole genome sequencing, WGS), obserwowany jest intensywny przyrost danych dotyczących chlamydii. Odkrywane są ich nowe gatunki i genotypy u zwierząt bytujących w różnych środowiskach, a dzika przyroda, jak się okazuje, stała się doskonałą niszą do ich rozwoju. Nowe *Chlamydia* spp. wykrywane są i/lub izolowane głównie od gadów i ptaków (6, 7, 8, 9, 10). Drobnoustroje te zaliczane są do rodziny Chlamydiaceae, w obrębie której do niedawna istniał tylko jeden rodzaj *Chlamydia*. Należy podkreślić, że kilka lat temu z taksonomii usunięto rodzaj *Chlamydophila*, dlatego posługiwanie się nim nie jest prawidłowe (11). W ostatnim czasie rodzina Chlamydiaceae została wzbogacona o nowy rodzaj *Chlamydiifrater* (12). Jest on reprezentowany przez dwa gatunki: *Chlamydiifrater phoenicopteri* i *Chlamydiifrater volucris*. Do rodzaju *Chlamydia* zalicza się dziewięć gatunków, dobrze znanych od wielu lat (*C. trachomatis*, *C. suis*, *C. muridarum*, *C. pneumoniae*, *C. abortus*, *C. caviae*, *C. felis*, *C. pecorum* i *C. psittaci*) oraz sześć nowych, które w minionej dekadzie dzięki wykorzystaniu sekwencjonowania pełnych genomów, udało się dobrze scharakteryzować. Są to *C. avium*, *C. gallinacea* i *C. buteonis*, dla których gospodarzem są ptaki oraz *C. serpentis* i *C. poikilotherma* (pierwotnie nazwana *C. poikilothermis*) występujące u węży, a także *C. crocodili* stwierdzona u krokodyli (8, 10, 13, 14). Istnieje też kilka taksonów mających status kandydatów do gatunku, tj. *Cand. C. corallus*, *Cand. C. testudinis* i *Cand. C. sanizinia*, które wykryto

## Chlamydia – organisms still obscure

Szymańska-Czerwińska M.<sup>1</sup>, Niemczuk K.<sup>1</sup>, Zaręba-Marchewka K.<sup>2</sup>, Laboratory of Serological Diagnosis<sup>1</sup>, Department of Cattle and Sheep Diseases<sup>2</sup>, National Veterinary Research Institute in Puławy.

In this review the obligate intracellular bacterial pathogens that parasitize hosts from humans to amebae were presented. Family *Chlamydiaceae* has undergone extensive taxonomic revisions and genera *Chlamydia* and *Chlamydophila* are proposed. Constantly increasing number of data concerning these bacteria were published in the last decade. The advance of whole genome sequencing application has led to detection of new chlamydial species and genotypes. The new taxa have been found in birds (*C. avium*, *C. gallinacea*, *C. buteonis* and *C. ibidis* – *Cand.*, *Candidatus* taxon), as well as in reptiles (*C. serpentis*, *C. poikilotherma*, *C. crocodili* *Cand.*, *C. corallus* *Cand.*, *C. testudinis* and *C. sanizinia* *Cand.*). Moreover, species definition of well-known *C. abortus* has been extended and it includes now also avian strains. Notably, *Chlamydia* species hosted by birds may present risks of zoonotic infections. However, the epidemiology of chlamydiosis is still unexplored phenomenon. Reports suggest domestic and companion birds might be a neglected reservoir of chlamydial pathogens which may threaten the poultry production and present risks to public health in China. Furthermore, it is unknown if all new species and candidates may have impact on public health. New *Chlamydia* species occur in various environments worldwide including also Poland.

**Keywords:** *Chlamydia* spp., new species, chlamydioses, zoonoses.

u gadów oraz *Cand. C. ibidis* stwierdzony u ibisów (6, 7, 15). Status kandydata posiadają te, dla których nie udało się do tej pory wyizolować szczepu w warunkach laboratoryjnych, a identyfikacja nastąpiła tylko na podstawie badań materiału genetycznego. Nie bez znaczenia w dynamicznym rozwoju systematyki bakterii z rodzaju *Chlamydia* są też badania nad siewstwem *Chlamydia* spp. u ptaków wolno żyjących przeprowadzone przez naukowców z Państwowego Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego (PIWet-PIB) w Puławach, które doprowadziły do zmiany definicji gatunku *C. abortus*. Do niedawna uważano, że *C. abortus* obejmuje tylko szczepy będące przyczyną ronień u ssaków. Tymczasem badacze z Puław dowiedli, że definicja ta wymaga zmiany i rozszerzenia o szczepy występujące również u ptaków tzw. avian *C. abortus* (16, 17). Przez kilka lat w środowisku największych autorytetów prowadzących badania nad chlamydiami toczyły się burzliwe dyskusje, czy ptasie szczepy, nazywane wtedy jeszcze pośrednimi pomiędzy *C. psittaci* i *C. abortus*, to kolejny genotyp *C. psittaci*, czy może jednak definicja *C. abortus* jest niepełna. Zakończona sukcesem izolacja szczepów avian *C. abortus* z materiału biologicznego od ptaków wolno żyjących

i zastosowanie WGS doprowadziły do ostatecznego potwierdzenia hipotezy postawionej przez polski zespół. 23–26 sierpnia 2022 r. w Lozannie w Szwajcarii odbyła się konferencja *International Intracellular Bacteria Meeting 2022*, podczas której obradował Międzynarodowy Podkomitet ds. Taksonomii Chlamydii, który ostatecznie zatwierdził nową definicję gatunku *Chlamydia abortus*. Aktualnie gatunek ten obejmuje szczepy ssacze oraz ptasie, tzw. avian *C. abortus*, które wykazują zmienność genotypową. Dotychczas potwierdzono istnienie trzech ich genotypów: G1, G2 i IV (16, 17).

Pracownicy z PIWet-PIB mają też swój udział w wykryciu nowego gatunku *Cand. C. testudinis* u żółwi lądowych w Polsce. Jego obecność wykazano później też u żółwi w Niemczech i Hiszpanii. Niestety do tej pory nie udało się w warunkach laboratoryjnych wyizolować szczepu *Cand. C. testudinis*, co uniemożliwia formalne wprowadzenie go do taksonomii *Chlamydiaceae*. Nie wiadomo też, jaki jest jego wpływ na organizmy tych zmiennoocieplnych zwierząt. Zakłada się, że może być to komensal lub drobnoustroj warunkowo chorobotwórczy (9, 7).

Ptasia chlamydioza, z ang. avian chlamydiosis (AC), wywoływana przez *Chlamydia* spp. oraz enzootyczne ronienie owiec, którego czynnikiem etiologicznym jest *C. abortus*, są jednostkami chorobowymi podlegającymi obowiązkowi rejestracji zarówno w Polsce, jak i innych krajach europejskich (18). Do niedawna definicja ptasiej chlamydiozy ograniczała się do zakażeń powodowanych przez *C. psittaci*. Jednak wraz z pojawianiem się doniesień o występowaniu również innych gatunków chlamydii u ptaków Światowa Organizacja Zdrowia Zwierząt (WOAH) ostatecznie zmieniła jej brzmienie (19). Aktualnie czynnikiem etiologicznym AC mogą być również inne gatunki, np.: *C. gallinacea*, *C. avium*, *C. abortus*, *C. pecorum* i *C. trachomatis*, a nie jak pierwotnie uważano tylko *C. psittaci* (8, 19, 20). To powoduje, że epidemiologia AC staje się zjawiskiem bardziej złożonym, ale znaczenie nowych gatunków nie jest jeszcze bliżej określone. *C. gallinacea* uważana jest za tzw. emerging agent, a jego występowanie jest powszechne w stadach drobiu na całym świecie. Jego obecność w hodowlach drobiu potwierdzono m.in. w Argentynie, Chinach, Niderlandach, Stanach Zjednoczonych, Australii, Meksyku, we Włoszech oraz w Polsce (20, 21, 22, 23, 24, 25). Okazuje się, że to *C. gallinacea* jest dominującym gatunkiem u kur (*Gallus gallus*), a nie jak do niedawna uważano *C. psittaci*. Monitoring prowadzony przez PIWet-PIB w ramach Programu Wieloletniego wskazuje, że siewstwo *C. gallinacea* występuje w ponad 10% badanych stad drobiu. Zakażenia różnymi gatunkami chlamydii były niejednokrotnie dokumentowane, w tym w stadach drobiu, w których potwierdzano równoległe siewstwo *C. psittaci* i *C. gallinacea* (26). Dominacja *C. gallinacea* w stadach kur przy jednoczesnym braku lub sporadyczności występowania *C. psittaci* była przedmiotem licznych rozważań. Początkowo uważano, że być może powszechne występowanie *C. gallinacea* chroni przed zakażeniem *C. psittaci*. Jednak w badaniach podjętych przez Heijne i wsp. hipoteza ta nie została

potwierdzona (27). W przeciwieństwie do *C. psittaci* do zakażenia *C. gallinacea* dochodzi drogą fekalno-oralną, a nie drogą kropelkową. W przypadku *C. psittaci* transmisja drogą oddechową jest skuteczniejsza aniżeli drogą pokarmową. Najprawdopodobniej inna droga wejścia do organizmu i miejsce lokalizacji zakażenia spowodowane jest różnicą w tropizmie tkankowym. W przypadku *C. gallinacea* wniknięcie do organizmu drogą alimentarną skutkuje rozwojem zakażenia głównie w jelicie. Podczas gdy transfer drogą aerogenną, tak jak ma to miejsce w przypadku *C. psittaci*, wywołuje zakażenie ogólnoustrojowe, a patogen namnaża się w organach wewnętrznych, np. śledzionie. Odmierny tropizm tkankowy jest najprawdopodobniej przyczyną braku krzyżowej odporności pomiędzy tymi dwoma gatunkami. Jednocześnie wcześniejsze zakażenie *C. gallinacea* może chronić przed ponownym zakażeniem (27).

Początkowo zakładano, że *C. gallinacea* to komensal w przewodzie pokarmowym ptaków, jednak badania przeprowadzone zarówno przez Guo i wsp., jak również Krajowe Laboratorium Referencyjne ds. Chlamydiozy w PIWet-PIB potwierdziły, że wpływa negatywnie na parametry produkcyjne, powodując wolniejszy i zredukowany przyrost masy ciała drobiu (21, 28). Chlamydie znane są z możliwości przełamywania barier gatunkowych, co potwierdzono też w przypadku *C. gallinacea*, która stwierdzona została u bydła w Chinach oraz u kakału różowej w Australii (29, 30). Nie wiadomo jednak, czy u bydła może mieć jakikolwiek wpływ na efekty produkcyjne lub rozwój objawów klinicznych. Drugi nowy gatunek to *C. avium*, pierwotnie stwierdzony u gołębi i papugowych. Badania zespołu z PIWet-PIB potwierdziły jego występowanie u kaczki krzyżówki (16). Co ciekawe, w badaniach monitoringowych w dwóch stadach gęsi w Polsce (wyniki jeszcze niepublikowane) potwierdzono siewstwo *C. avium*. Na razie nie wiadomo, czy może mieć wpływ na zdrowie ptaków i efekty produkcyjne oraz czy jego dystrybucja w środowisku drobiu hodowlanego będzie miała istotną skalę, czy może jest to tylko przypadkowy transfer np. od ptaków wolno żyjących.

Zagrożenie zoonotyczne ze strony *C. psittaci*, *C. abortus*, *C. caviae* i *C. suis* jest dobrze znane, natomiast w przypadku nowych gatunków pozostaje ciągle niepotwierdzoną hipotezą. Od momentu zidentyfikowania *C. gallinacea* zakładano, że może być czynnikiem zoonotycznym. Możliwość przeniesienia tego czynnika na ludzi po raz pierwszy sugerowano na podstawie przypadku atypowego zapalenia płuc wśród pracowników rzeźni drobiu we Francji, którzy, jak się później okazało, mieli bezpośredni kontakt z tuszkami drobiu, u którego potwierdzono obecność *C. gallinacea* (31). Jednakże przez wiele lat transfer do organizmu człowieka nie został potwierdzony. Badania przeprowadzone w Polsce wśród osób narażonych na kontakt z ptakami, w tym hodowców i lekarzy praktyków, dowiodły, że u 20% badanych osób wykazano obecność specyficznych przeciwciał dla *Chlamydia* spp. Jednak z uwagi na

brak specyficznych metod do wykrywania przeciwciał dla *C. gallinacea* nie można było potwierdzić ani wykluczyć możliwości zakażenia człowieka. Opublikowane w tym roku wyniki badań ludzi narażonych na kontakt zawodowy z drobiem (farmerzy, pracownicy ferm drobiowych oraz lekarze weterynarii), przeprowadzone we Włoszech, dostarczają pośredniego dowodu potwierdzającego hipotezę o potencjale zoonotycznym. W 11 próbkach płwociny pobranej od 145 osób narażonych na kontakt z zakażonym drobiem stwierdzono obecność *C. gallinacea*. Osoby te nie wykazywały żadnych objawów klinicznych mogących wskazywać na rozwój choroby dróg oddechowych lub zapalenia płuc (26). Podobne badania przeprowadzono też w Niderlandach, ale wówczas materiałem do badań nie była płwocina, a wymazy z gardła od ludzi, w których nie potwierdzono obecności *C. gallinacea*. Płwocina jest lepszym źródłem do pozyskania DNA bakteryjnego aniżeli komórki nabłonka gardła z uwagi na występowanie większej liczby bakterii w naciekach płucnych (32). Brak objawów u ludzi może wskazywać, że jest patogenem warunkowo chorobotwórczym, a do rozwoju choroby może dojść np. u bardzo małych dzieci lub osób starszych czy osób z obniżoną odpornością oraz w przypadku obciążenia innymi ciężkimi chorobami. Biorąc pod uwagę aktualny stan wiedzy na temat potencjalnej możliwości transmisji *C. gallinacea* do organizmu ludzkiego, istotne wydaje się rozważenie stosowania środków ochrony osobistej, w tym maseczek typu FFP2 przez osoby narażone na kontakt z drobiem. Biorąc jednak pod

uwagę fakt, że *avian C. abortus* pod względem filogenetycznym wykazuje podobieństwo do *C. psittaci* i *C. abortus*, które mają potencjał zoonotyczny, nie można tego wykluczyć również w ich przypadku. Należy zwrócić uwagę, że jego obecność potwierdzano głównie u osobników z rodziny krukowatych (np. wrony i sroki) oraz blaszkodziobych (np. kaczki krzyżówki i łabędzie), gatunki te mają swoje siedliska bardzo często na terenach zurbanizowanych, w tym w miejscach wypoczynku ludzi, np. parki, skwery, jeziora (16). Do tej pory nie wykluczono ani nie potwierdzono też możliwości zakażenia *C. avium* u człowieka.

Drobnoustroje z rodziny Chlamydiaceae, do których zaliczamy m.in. *Chlamydia* spp., podlegają ciągłej ewolucji, dlatego też pozostają w wypełni niezbadane i niepoznane. Prowadzenie badań nad tymi enigmatycznymi drobnoustrojami jest ważne z uwagi na fakt, że niektóre z nich stanowią zagrożenie dla zdrowia zwierząt i mogą być przyczyną strat w hodowli, a jednocześnie mogą zagrażać zdrowiu ludzi.

### Piśmiennictwo

1. Taylor H.: Trachoma: A Blinding Scourge from the Bronze Age to the Twenty-First Century. *Clin. Infect. Dis.* 2009, 48, 845–847.
2. Murray P.R., Rosenthal K.S., Pfaller M.A.: *Chlamydia and Chlamydophila*. In: *Medical Microbiology*, edited by P. Murray, Elsevier, Philadelphia, 2016, pp. 348–355.
3. Van Droogenbroeck C., Beeckman D.S., Verminnen K., Marien M., Nauwynck H., Boesinghe L.D.T.D., Vanrompay D.: Simultaneous zoonotic transmission of *Chlamydophila psittaci* genotypes D, F and E/B to a veterinary scientist. *Vet. Microbiol.* 2009, 135, 78–81.

## WETERYNARYJNE ANALIZATORY LABORATORYJNE



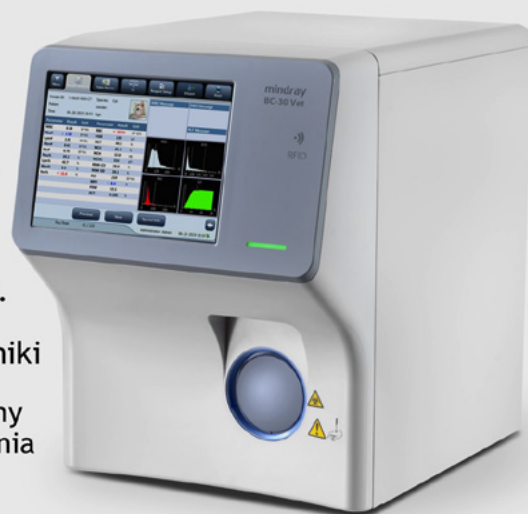
### NOWOŚĆ biochemia sucha

- 29 parametrów
- 13 gat. zwierząt
- 9 konfiguracji dysków
- wbudowana drukarka + transmisja danych
- od 2 zł / ozn.



**BIOCHEMIA NA DYSKI  
MINDRAY Vetube 30**

**mindray  
animalcare**



- 1 zł/bad.
- 4 diff
- 23 param.
- 2 odczynniki
- różne formy finansowania + leasing + raty + dzierżawa + wykup używanego

**HEMATOLOGIA  
MINDRAY BC-30 Vet**

[www.AnalizatoryWeterynaryjne.pl](http://www.AnalizatoryWeterynaryjne.pl)

Zamów demo: Dominika 726 300 777 ◦ Oliwia 667 300 762 ◦ Marek 601 845 055

4. Andersen A.A., Vanrompay D.: Avian Chlamydiosis. *Rev. Sci. Tech. Int. Off. Epizoot.* 2000, **19**, 396–404.
5. Ravichandran K., Anbazhagan S., Karthik K., Angappan M., Dhayananth B.: A comprehensive review on avian chlamydiosis: A neglected zoonotic disease. *Trop. Anim. Health Prod.* 2021, **53**, 1–17.
6. Vorimore F., Hsia R., Huot-Creasy H., Bastian S., Deruyter L., Passet A., Sachse K., Bavoil P., Myers G., Laroucau K.: Isolation of a New Chlamydia species from the Feral Sacred Ibis (*Threskiornis aethiopicus*): Chlamydia ibidis. *PLOS ONE* 2013, **8**, e74823.
7. Laroucau K., Ortega N., Vorimore F., Aaziz R., Mitura A., Szymańska-Czerwińska M., Cicerol M., Salinas J., Sachse K., Caro M.R.: Detection of a novel Chlamydia species in captive spur-thighed tortoises (*Testudo graeca*) in southeastern Spain and proposal of Candidatus Chlamydia testudinis. *Syst. Appl. Microbiol.* 2020, **43**, 126071.
8. Sachse K., Laroucau K., Riege K., Wehner S., Dilcher M., Creasy H.H., Weidmann M., Myers G., Vorimore F., Vicari N., Magnino S., Liebler-Tenorio E., Ruetger A., Bavoil P.M., Hufert F.T., Rosselló-Móra R., Marz M.: Evidence for the existence of two new members of the family Chlamydiaceae and proposal of Chlamydia avium sp. nov. and Chlamydia gallinacea sp. nov. *Syst. Appl. Microbiol.* 2014, **37**, 79–88.
9. Mitura A., Niemczuk K., Zaręba K., Zajac M., Laroucau K., Szymańska-Czerwińska M.: Free-living and captive turtles and tortoises as carriers of new Chlamydia spp. *PLOS ONE*. 2017, **12**(9):e0185407.
10. Laroucau K., Vorimore F., Aaziz R., Solmonson L., Hsia R.C., Bavoil P.M., Fach P., Hölzer M., Wuenschmann A., Sachse K.: Chlamydia buteonis, a new Chlamydia species isolated from a red-shouldered hawk. *Syst. Appl. Microbiol.* 2019, **42**, 125997.
11. Sachse K., Bavoil P.M., Kaltenboeck B., Stephens R.S., Kuo C.C., Rosselló-Móra R., Horn M.: Emendation of the family Chlamydiaceae: proposal of a single genus, Chlamydia, to include all currently recognized species. *Syst. Appl. Microbiol.* 2015, **38**, 99–103.
12. Vorimore F., Hölzer M., Liebler-Tenorio E., Barf L.M., Delannoy S., Vittecoq M., Wedlarski R., Lécua A., Scharf S., Blanchard Y., Fach P., Hsia R.C., Bavoil P.M., Rosselló-Móra K., Laroucau K., Sachse K.: Evidence for the existence of a new genus Chlamydiifater gen. nov. inside the family Chlamydiaceae with two new species isolated from flamingo (Phoenicopterus roseus): Chlamydiifater phoenicopteri sp. nov. and Chlamydiifater volucris sp. nov. *Syst. Appl. Microbiol.* 2021, **44**, 126200.
13. Staub E., Marti H., Biondi R., Levi A., Donati M., Leonard C.A., Ley S.D., Pillonel T., Greub G., Seth-Smith H.M.B., Borel N.: Novel Chlamydia species isolated from snakes are temperature-sensitive and exhibit decreased susceptibility to azithromycin. *Sci. Rep.* 2018, **8**, 1–14.
14. Chaiwattananrungruengpaisan S., Thongdee M., Anuntakarun S., Payungporn S., Arya N., Punchukrang A., Ramasoota P., Singha-kaew S., Atitthep T., Sariya L.: A new species of Chlamydia isolated from Siamese crocodiles (Crocodylus siamensis). *PLOS ONE*. 2021, **16**:e0252081.
15. Taylor-Brown A., Bachmann N.L., Borel N., Polkinghorne A.: Culture-independent genomic characterisation of Candidatus Chlamydia sanzinia, a novel uncultivated bacterium infecting snakes. *BMC Genom.* 2016, **17**, 10.
16. Szymańska-Czerwińska M., Mitura A., Niemczuk K., Zaręba K., Jodejko A., Pluta A., Scharf S., Vitek B., Aaziz R., Vorimore F., Laroucau K., Schnee C.: Dissemination and genetic diversity of chlamydial agents in Polish wildfowl: Isolation and molecular characterisation of avian Chlamydia abortus strains. *PLOS ONE*. 2017, **12**(3):e0174599.
17. Zaręba-Marchewka K., Szymańska-Czerwińska M., Livingstone M., Longbottom D., Niemczuk K.: Whole Genome Sequencing and Comparative Genome Analyses of Chlamydia abortus Strains of Avian Origin Suggests That Chlamydia abortus Species Should Be Expanded to Include Avian and Mammalian Subgroups, *Pathogens*. 2021, **10**(11), 1405.
18. Anon.: Ustawa z dnia 11 marca 2004 r. o ochronie zdrowia zwierząt oraz zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt. Dz.U. 2004 nr 69 poz. 625 z późn. zm.
19. OIE Terrestrial Manual 2018, Section 3.3 Aves, Chapter 3.3.1. Avian Chlamydiosis.
20. Stokes H.S., Berg M.L., Bennett A.T.D.: A Review of Chlamydial Infections in Wild Birds. *Pathogens* 2021, **10**, 948.
21. Guo W., Li J., Kaltenboeck B., Gong J., Fan W., Wang C.: Chlamydia gallinacea, not C. psittaci, is the endemic chlamydial species in chicken (Gallus gallus). *Sci. Rep.* 2016, **6**, 19638.
22. Li L., Luther M., Macklin K., Pugh D., Li J., Zhang J., Roberts J., Kaltenboeck B., Wang C.: Chlamydia gallinacea: A widespread emerging Chlamydia agent with zoonotic potential in backyard poultry. *Epidemiol. Infect.* 2017, **145**, 2701–2703.
23. Szymańska-Czerwińska M., Mitura A., Zaręba K., Schnee C., Koncicki A., Niemczuk K.: Poultry in Poland as Chlamydiaceae carrier. *J. Vet. Res.* 2017, **61**, 411–419.
24. Heijne M., Van Der Goot J.A., Fijten H., Van Der Giessen J.W., Kujit E., Maassen C.B.M., Van Roon A., Wit B., Koets A.P., Roest H.I.J.: A cross sectional study on Dutch layer farms to investigate the prevalence and potential risk factors for different Chlamydia species. *PLOS ONE*. 2018, **13**, e0190774.
25. Ornelas-Eusebio E., Garcia-Espinosa G., Vorimore F., Aaziz R., Durand B., Laroucau K., Zanella, G.: Cross-sectional study on Chlamydiaceae prevalence and associated risk factors on commercial and backyard poultry farms in Mexico. *Prev. Vet. Med.* 2020, **176**, 104922.
26. Marchino M., Rizzo F., Barzanti P., Sparasci O.A., Bottino P., Vicari N., Rigamonti S., Braghin S., Aaziz R., Vorimore F., Ru G., Laroucau K., Mandola M.L.: Chlamydia Species and Related Risk Factors in Poultry in North-Western Italy: Possible Bird-to-Human Transmission for C. gallinacea. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2022, **19**(4), 2174.
27. Heijne M., Van der Goot J., Buys H., Dinkla A., Roest H.J., Van Keulen L., Koets A.: Experimental Chlamydia gallinacea infection in chickens does not protect against a subsequent experimental Chlamydia psittaci infection. *Vet. Res.* 2021, **52**(1), 141.
28. Szymańska-Czerwińska M., Jodejko A., Zaręba-Marchewka K., Niemczuk K.: Experimental inoculation of chicken broilers with C. gallinacea strain 15–56/1. *Sci. Rep.* 2021, **11**(1), 23856.
29. Guo W., Kaltenboeck B., Sachse K., Yang Y., Lu G., Zhang J., Luan L., You J., Huang K., Li J., Qiu H., Wang Y., Li M., Yang Z., Wang C.: Chlamydia pecorum is the endemic intestinal species in cattle while C. gallinacea, C. psittaci and C. pneumoniae associate with sporadic systemic infection. *Vet. Microbiol.* 2016, **193**, 93–99.
30. Stokes H.S., Martens J.M., Chamings A., Walder K., Berg M., Segal Y., Bennett A.: Identification of Chlamydia gallinacea in a parrot and in free-range chickens in Australia. *Aust. Vet. J.* 2019, **97**, 398–400.
31. Laroucau K., Vorimore F., Aaziz R., Berndt A., Schubert E., Sachse K.: Isolation of a new chlamydial agent from infected domestic poultry coincided with cases of atypical pneumonia among slaughterhouse workers in France. *Infect. Genet. Evol.* 2009; **9**, 1240–1247.
32. Saikku P.: Diagnosis of Chlamydia pneumoniae. *Clin. Microbiol. Infect. Off. Publ. Eur. Soc. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* 1998, **4**, 4S7–4S13.

Dr hab. Monika Szymańska-Czerwińska, prof. instytutu,  
e-mail: monika.szyszanska@piwet.pulawy.pl