

# Chlamydie problemem w hodowli trzody chlewnej

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

z Zakładu Chorób Bydła i Owiec oraz Laboratorium Diagnostyki Serologicznej Państwowego Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach

Chlamydie to drobnoustroje, które pod względem taksonomicznym należą do rodziny Chlamydiaceae, w ramach której aktualnie zidentyfikowanych jest 14 ich gatunków, cztery z nich stwierdzone są u trzody chlewnej (1). Najpowszechniej występującym jest *C. suis*, rzadziej natomiast występują *C. pecorum*, *C. abortus* i *C. psittaci* (2). Poszczególne gatunki reprezentowane są przez szczepy o różnej zjadliwości, począwszy od tych, które nie wywołują objawów chorobowych, a wyłącznie bezobjawowe nosicielstwo i siewstwo, a skończywszy na takich, które powodują określone objawy kliniczne. Niektóre z nich oprócz zdolności do samodzielnego wywoływania jednostek chorobowych, nazywanych chlamydiozami, uczestniczą w indukowaniu rozwoju zespołów chorobowych o etiologii wieloczynnikowej z udziałem innych drobnoustrojów, z zasady warunkowo chorobotwórczych lub powodujących immunosupresję. Infekcje współistniejące ułatwiają chlamydiom ujawnianie potencjału patogennego (3). Do zespołów chorobowych u świń ze współudziałem chlamydii zalicza się poodasadzeniowy wielonarządowy zespół wyniszczający (postweaning multisystemic wasting syndrome – PMWS). W jego przebiegu u świń po odsadzeniu obserwuje się postępujący spadek masy ciała, stany zapalne i zaburzenia ze strony układu oddechowego oraz żółtaczkę. Przypadek PMWS z potwierdzoną obecnością *C. suis* oraz *C. abortus* opisany został w dużej fermie świń w Estonii (2). Chlamydie wraz z *Mycoplasma hyopneumoniae* i wirusami mającymi właściwości immunosupresyjne, np. PCV-2 i PRRSV, współuczestniczą też w rozwoju bronchopneumonii świń, która może wystąpić także bez ich współudziału, a w obecności innych patogenów, takich jak np. *Pasteurella multocida*, *Bordetella bronchiseptica*, *Haemophilus parasuis* i *Streptococcus* spp. (4).

Chlamydie są bakteriami wewnątrzkomórkowymi, dlatego nie namnażają się na klasycznych podłożach mikrobiologicznych, a ich izolacja w laboratorium wymaga zastosowania linii komórkowych lub zarodków kurzych. W ich cyklu rozwojowym wyróżnia się dwie główne formy: infekcyjne ciało elementarne (EB – elementary body), które jest nieaktywne metabolicznie, a po wnikięciu do komórek gospodarza ulega przekształceniu w aktywne metabolicznie ciało retikulocytarne (RB – reticulate body). Pierwotny proces replikacji odbywa się w komórkach nabłonkowych śluzówki oka, układu oddechowego, moczowo-płciowego lub przewodu pokarmowego (2). Ich komórki są w stanie przeżyć i namnażać się w monocytach i makrofagach, które następnie przenoszą je do węzłów chłonnych całego organizmu (5). Z powodu braku składników odżywczych, obecności czynników przeciwbakteryjnych oraz odpowiedzi

## Chlamydia – important health problem in swine production

Szymańska-Czerwińska M., Niemczuk K., Zaręba-Marchewka K., National Veterinary Research Institute in Puławy

This paper provides an overview on the current knowledge of chlamydiae prevalence in pigs. Within the order Chlamydiales are Gram negative obligate intracellular pathogens. The family Chlamydiaceae has recently been taxonomically revised and there are two genera proposed: *Chlamydia* and *Chlamydomphila*. Organisms of both genera can be isolated from their specific animal hosts worldwide. In pigs *C. suis*, *C. abortus*, *C. pecorum* and *C. psittaci* have been isolated. Chlamydial infections in pigs are associated with different clinical diseases such as conjunctivitis, rhinitis, pneumonia, pericarditis, polyarthritis, abortion, stillbirths and reproductive disorders. Infections can be frequently asymptomatic, and the host serves as natural reservoir of the organisms. Diagnosis of swine chlamydiosis is rather rare, since most veterinary diagnostic laboratories do not perform routine examination for chlamydiae. Meanwhile, recent scientific reports present data, confirming that swine chlamydiosis can be an important health problem in swine farms and may cause significant economic losses.

**Keywords:** chlamydiae, pigs, conjunctivitis, reproductive disorders.

immunologicznej gospodarza, np. syntezy interferonu gamma, który indukuje rozkład tryptofanu, niezbędnego do ich wzrostu, dochodzi do rozwoju przewlekłego zakażenia (6). Wówczas te mikroorganizmy zdolne są do wytwarzania dodatkowej formy tzw. ciałek atypowych, które są nieaktywne metabolicznie i nie namnażają się, ale są gotowe do rozwoju w sprzyjających warunkach, np. przy spadku odporności (6, 7).

Na zakażenia poszczególnymi gatunkami chlamydii wrażliwi są ludzie i różne gatunki zwierząt, w tym świnię. Źródłem zakażeń dla świń są: kał, mocz, wydzielina z dróg oddechowych, łożysko, wody płodowe zakażonych osobników (3). Bardzo często rezerwuarem zarazka są bezobjawowi nosiciele i siewcy oraz zwierzęta wolno żyjące (8). Czas przeżycia tego drobnoustroju poza organizmem zwierzęcia jest krótki, gdyż wykazuje dużą wrażliwość na wysychanie i działanie czynników środowiskowych. Dlatego też najczęściej zakażenie przenosi się z osobnika zakażonego na niezakażonego poprzez bliski lub bezpośredni kontakt. Transmisja zazwyczaj następuje drogą oddechową za pośrednictwem aerozoli, pyłu, per os lub poprzez spojówki (3).

Zakażenia *Chlamydia* spp. u świń mogą objawiać się jako: zapalenie spojówek, płuc, osierdzia, stawów, błon surowiczych, zaburzenia rozrodu z ronieniami oraz *endometritis* (9, 10, 11). Chlamydie wykrywane były w macicy i jajowodach oraz wymazach z szyjki macicy świń z problemami reprodukcyjnymi (9, 12, 13).

Bardzo często notowane są też zakażenia jelit, które są częstsze u świń starszych niż u prosiąt i osesków (14)

### Sytuacja epizootyczna

Zakażenia chlamydiami u trzody chlewnej znane są już od 1955 r., kiedy zostały po raz pierwszy wyizolowane od świń z zapaleniem osierdza i stawów w Stanach Zjednoczonych (15, 16, 17, 18). Liczne przypadki zakażeń objawiających się odoskrzelowym zapaleniem płuc lub ronieniami notowane były w produkcji trzody chlewnej we wschodniej Europie oraz Rosji na przestrzeni lat 60. i 70. minionego stulecia (19, 20). W Europie wyizolowano je po raz pierwszy w 1969 r. w Austrii od świń z *poliarthriti*s, *polyserotiti*s, *pneumonia*, *conjunctiviti*s oraz od roniących loch. Następnie w latach 80. uzyskano izolaty z materiału pobranego zarówno od chorych, jak i zdrowych świń w Niemczech (21, 22). W latach 90. izolowane były w Stanach Zjednoczonych. Wówczas wykrywane były w wymazach z worka spojówkowego zwierząt z różnych grup produkcyjnych, wykazujących objawy zapalenia spojówki i/lub rogówki, w tym u świń karmiących i odchowanych, u których występowała biegunka, a obraz sekcyjny wykazywał zapalenie płuc (23). W tym samym dziesięcioleciu izolowane były też w Niemczech i Szwecji od świń z zatrzymaniem łożyska, ronieniami, chorobami jelit oraz osobników z bezobjawowymi zakażeniami przewodu pokarmowego (24, 25, 26, 27, 14). W minionych dwóch dekadach zakażenia chlamydiami raportowane były w wielu państwach europejskich, w tym również w Polsce (25, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34). Odsetek serododatnich osobników w Europie jest wysoki i sięga nawet 96,5% (8). Badania Hoffmana i wsp. (8) prowadzone na tuczniakach w Szwajcarii wykazały, że 98,9% badanych świń wykazuje siewstwo bakterii z rodziny Chlamydiaceae. Odsetek osobników serododatnich jest wysoki, zwłaszcza w stadach, w których strukturze dominują lochy wieloródki (35). Siewstwo może mieć charakter okresowy i zmieniać się na przestrzeni czasu, najczęściej jednak stwierdzane jest w badaniach wymazów kałowych, jak również z worka spojówkowego. Dwukrotne badanie wymazów kałowych pobranych od tych samych osobników przeprowadzone przez Hoffmana i wsp. (8) wskazuje na wysoki odsetek siewców zarówno w pierwszym badaniu, który wyniósł 94,3%, jak i w drugim 92%. Znacznie niższy odsetek siewstwa notowany był w wymazach z worka spojówkowego i wynosił on odpowiednio 45,90 i 32,65% (8).

Zakażenia *Chlamydia* spp. w przewodzie pokarmowym bardzo często przybierają formę przewlekłą, a nawet utajoną (11). Częste występowanie zakażeń bezobjawowych, niewielka liczba publikowanych raportów o częstotliwości zakażeń oraz nieuwzględnianie chlamydii w podstawowych badaniach przesiewowych trzody chlewnej powoduje, że dane epizootyczne mogą być znacząco niedoszacowane. Dlatego nie są brane pod uwagę jako istotne zagrożenie z ekonomicznego punktu widzenia w hodowli świń. Nie tylko świni domowe są siewcami chlamydii, ale również dziki (*Sus scrofa*), co było raportowane w Niemczech, Hiszpanii, Włoszech (8).

### Chlamydia suis

*Chlamydia suis* to gatunek najczęściej stwierdzany w przebiegu naturalnych zakażeń u świń. Jest wykrywany w przewodzie pokarmowym, dlatego też powszechne jest zjawisko jej siewstwa wraz z kałem (14, 36). Na podstawie eksperymentalnych zakażeń dowiedziono, że nie jest to patogen, który jako pierwszy kolonizuje przewód pokarmowy, ale może powodować zmiany zapalne w jelitach i biegunkę. *Chlamydia suis* w jelitach jest względnie patogenna, a rozwój objawów klinicznych związany jest z pierwotnym zakażeniem innym patogenem, np. *Salmonella*. Gatunek ten stwierdzany jest też w układzie rozrodczym, zarówno u osobników płci męskiej i żeńskiej, u których może wywoływać zaburzenia w reprodukcji (37, 38). Wówczas obserwowane są: wypływy z pochwy, zatrzymanie łożyska, ronienia, mumifikacja płodów, rodzenie osłabionych prosiąt, zwiększona śmiertelność w okresie prenatalnym i neonatalnym (39). Natomiast u knurów może powodować zapalenie jąder, najądrzy i cewki moczowej, a ich nasienie może być gorszej jakości (zmniejszona ruchliwość i zwiększona do 50% śmiertelność plemników; 40, 41). Wykrywana była też w wymazach z nosa i płuc oraz wątrobie poronionych płodów (24, 42, 43). Doniesienia naukowe z ostatnich lat wskazują na powszechność występowania zakażeń bezobjawowych, które notowano u świń m.in. w Austrii, Belgii, Chinach, Niemczech, Japonii, Włoszech i Szwajcarii (8, 44, 45, 46, 47). W ostatnich latach *C. suis* często notowana jest w worku spojówkowym świń. Jednak na podstawie aktualnego stanu wiedzy nie można wskazywać *C. suis* jako bezpośrednią przyczynę *conjunctiviti*s. Nie można bowiem wykluczyć obecności innych czynników zakaźnych wywołujących zapalenie spojówek np. *Mycoplasma* spp. czy wirusa cytomegalii, które nie były brane pod uwagę w prowadzonych dotychczas badaniach. Dlatego też bardziej prawdopodobna wydaje się hipoteza, że chlamydie są czynnikiem predysponującym do wystąpienia zapalenia spojówek (8). Badania prowadzone w Szwecji wykazały, że *C. suis* występuje zarówno w wymazach kałowych, jak i z worka spojówkowego. Hoffman i wsp. wykazali, że w 71,9–91,2% wymazów z worka spojówkowego, w których potwierdzono obecność *Chlamydia* spp., której obecność skorelowana była z zakażeniem *C. suis* (8). Podobne wyniki uzyskano podczas badań w Szwajcarii i Niemczech, które potwierdziły jej występowanie odpowiednio w 79 i 90% klinicznych przypadków zapalenia spojówek (48).

*C. suis* znacznie częściej stwierdzana jest w zamkniętych intensywnych systemach hodowli, np. w Niemczech (88%), aniżeli w hodowlach otwartych np. w Szwajcarii (23%; 48). Na tej podstawie zakłada się, że warunki środowiskowe, w których utrzymywane są zwierzęta, wpływają na liczbę zakażeń. Intensywny chów powoduje, że zwierzęta są stłoczone, a stężenie amoniaku i toksycznego siarkowodoru jest wysokie, co sprzyja rozprzestrzenianiu się patogenu. W takich chlewniach poziom kurzu jest znacznie wyższy, co sprzyja transmisji *C. suis* drogą aerogenną. Stłoczenie zwierząt jest czynnikiem stresogennym,

który może prowadzić do immunosupresji sprzyjającej rozwojowi zakażeń. Uważa się, że takie właśnie warunki środowiskowe są jednym z czynników predysponujących do rozwoju zakażeń (48). Ryzyko zakażenia zdecydowanie wzrasta w hodowlach świń, w których zwierzęta pochodzą z różnych źródeł. Jeśli nie prowadzi się samoregulacji, a tuczniaki w wieku około trzech miesięcy przenoszone są do nowych obiektów hodowlanych, muszą radzić sobie z wieloma nowymi czynnikami środowiskowymi, w tym z obecnością nowych patogenów. Dodatkowo stres związany z transportem i zmianą środowiska bytowania może indukować immunosupresję i zwiększyć prawdopodobieństwo zakażenia jakimkolwiek patogenem, a w przypadku występowania utajonego nosicielstwa *C. suis* doprowadzić do reaktywacji zakażenia (8).

### Inne gatunki chlamydii u świń

*Chlamydia pecorum*, *C. abortus* i *C. psittaci* to pozostałe trzy gatunki, których występowanie u świń było niejednokrotnie raportowane. W badaniach przeprowadzonych przez Hoffmann i wsp. (8) obecność *C. pecorum* była często notowana w wymazach rektalnych oraz sporadycznie w wymazach z worka spojówkowego, zwłaszcza w koinfekcji *C. suis*. Natomiast inne doniesienia literaturowe wskazują, że *C. pecorum* nie była stwierdzana w wymazach z worka spojówkowego (41, 48, 49), rzadko jej obecność wykazywana była też w nasieniu i kale knurów (38) lub w koinfekcji *C. suis* u poronionych płodów (36). Jej obecność była też potwierdzana w przypadkach zapalenia płuc, stawów, opłucnej, osierdzia oraz ronień u świń. Głównym gospodarzem dla *C. pecorum* są przeżuwacze. Przełamywanie bariery gatunkowej jest zjawiskiem powszechnym wśród chlamydii. Dlatego prawdopodobieństwo zakażenia istotnie wzrasta w gospodarstwach, gdzie świnię utrzymywane są razem z bydłem lub małymi przeżuwaczami. W otwartych systemach hodowli źródłem zakażenia mogą być też zwierzęta wolno żyjące, w tym gryzonie (8).

Z kolei *C. abortus* u świń wykrywana była w wymazach z szyjki macicy loch karmiących (13), wymazach z worka spojówkowego loch i nasieniu knurów (41), płucach i przewodzie pokarmowym zdrowych świń rzeźnych, świń z objawami ze strony układu oddechowego (50) oraz poronionych płodach (36). Nie można wykluczyć, że źródłem zakażenia *C. abortus* są małe przeżuwacze, np. owce. Przeniesienie patogenu z jednego gatunku zwierząt na inny może mieć miejsce również w przypadku *C. psittaci*, dla której głównym gospodarzem są ptaki. U świń w Belgii wykazano obecność genotypu B *C. psittaci*, który dominuje u gołębi (28). Z kolei genotyp A *C. psittaci* izolowany był z układu rozrodczego loch karmiących w Szwajcarii (9). *C. psittaci* stwierdzana była też w przebiegu zapalenia płuc u loch w Belgii (28).

### Leczenie

W zwalczaniu zakażeń *Chlamydia* spp. u trzody chlewnej najskuteczniejsze są tetracykliny, które mogą być podawane w wodzie lub w paszy leczniczej. Chlamydie są również wrażliwe na chinolony i makrolidy

(3). Stosuje się również sulfonamidy lub ich połączenie z trimetoprimem (51). Niestety stosowanie u świń przez wiele dekad tetracyklin, zarówno w celach leczniczych, jak i profilaktycznych, doprowadziło do powstawania szczepów opornych. Pierwszy oporny na tetracyklinę szczep *C. suis* ( $Tc^R$ ) został wyizolowany w Stanach Zjednoczonych w 1998 r. (52). Od tego czasu obecność *C. suis*, w tym szczepu  $Tc^R$ , raportowana była wielokrotnie w hodowlach trzody chlewnej, np. we Włoszech, Estonii, Belgii, na Cyprze, w Niemczech, Izraelu i Szwecji (41, 49, 53, 54, 55, 56). Oprócz strat ekonomicznych w hodowli, jakie powodują szczepy oporne na leczenie tetracyklinami, należy zwrócić szczególną uwagę na zagrożenie dla zdrowia publicznego. Suchland i wsp. (57) wskazali na możliwość horyzontalnego transferu genu oporności na tetracykliny *tet(C)* do innych gatunków *Chlamydia*. Wystąpienie jednoczesnego zakażenia szczepem  $Tc^R$  *C. suis* i *C. trachomatis* u człowieka może spowodować przeniesienie genu oporności i doprowadzić do powstania szczepu opornego na leczenie. Jak wynika z badań Reinhold i wsp. (42) oraz Hoffmann i wsp. (8) zastosowanie antybiotykoterapii nie doprowadziło do zupełnego wyeliminowania patogenu ze stada, pomimo że na koniec tuczu zwierzęta nie wykazywały siewstwa. Jak wynika z badań Jeruva i wsp. (58), jeli ta są dobrym środowiskiem do przetrwania chlamydii i reinfekcji. Jak dotąd jedyną metodą zwalczania zakażeń u świń jest antybiotykoterapia, gdyż do tej pory szczepionki nie znalazły zastosowania w immunoprofilaktyce chorób świń z udziałem tych drobnoustrojów. Zalecenie do zastosowania antybiotykoterapii powinno zawsze zostać rozważone w odniesieniu do konieczności jego wdrożenia i skuteczności terapii. Efektywność profilaktyki lub metafilaktyki z zastosowaniem doustnego antybiotyku na fermie świń, w świetle powszechności występowania zakażeń w przewodzie pokarmowym, powinna być zawsze krytycznie rozważona. O ile zastosowanie antybiotykoterapii w przypadku zapalenia spojówek wydaje się mieć małe znaczenie kliniczne, to w przypadku zakażeń przewodu pokarmowego, którym towarzyszy biegunka, ich włączenie może być istotne. Dlatego też wskazane jest, aby w przypadku diagnostyki stad z biegunką uwzględnić diagnostykę w kierunku *Chlamydia* spp.

### Zagrożenie zoonotyczne

Potencjał zoonotyczny *C. psittaci* i *C. abortus* jest bardzo dobrze znany i potwierdzony. Natomiast możliwość transmisji na człowieka *C. suis* jest cały czas przedmiotem badań i dyskusji. Biorąc pod uwagę wysokie podobieństwo filogenetyczne *C. suis* i *C. trachomatis*, nie można wykluczyć tej hipotezy. W literaturze odnaleźć można coraz więcej dowodów na występowanie *C. suis* u ludzi, a w przebiegu tych zakażeń, tak jak miało to miejsce u pacjentów z jaglicą (*trachoma*) w Nepalu, często stwierdza się również obecność *C. trachomatis* (59). Materiał genetyczny *C. suis* został także wykryty w wymazach z worka spojówkowego pracowników rzeźni świń, u których nie obserwowano żadnych objawów (60). Wyniki badań opublikowane przez De Puyseleer i wsp. (46) dostarczają

bezpośrednich dowodów o możliwości transmisji *C. suis* na człowieka, bowiem żywe komórki drobno-ustroju zostały stwierdzone w materiale, w tym w wymazach z gardła i kału, pobranym od hodowców świń z trzech różnych ferm.

## Diagnostyka

Z uwagi na fakt, że objawy kliniczne oraz zmiany anatomopatologiczne w zakażeniach chlamydiami nie są patognomiczne, istotne stają się badania laboratoryjne. Z uwagi na powszechność występowania chlamydii badania serologiczne mają małą wartość diagnostyczną. Dostępne metody serologiczne, np. ELISA czy odczyn wiązania dopełniacza, posiadają pewne ograniczenia i mogą generować wyniki fałszywie ujemne, np. w przypadku nosicieli lub bezobjawowych siewców. Znacznie skuteczniejsza i powszechnie stosowana w diagnostyce laboratoryjnej jest metoda real-time PCR, która skutecznie wypiera stosowane w minionych dekadach badania serologiczne czy mikroskopowe. Umożliwia ona wykonanie badań z użyciem różnego rodzaju materiału biologicznego, począwszy od wymazów kałowych i/lub z worka spojówkowego, poprzez badanie wycinków z narządów wewnętrznych, a skończywszy na próbkach pobranych ze środowiska bytowania zwierząt, np. kurz. Real-time PCR umożliwia identyfikację gatunku chlamydii, a wynik badania uzyskiwany jest w bardzo krótkim czasie. Ciągły postęp w dziedzinie badań molekularnych otwiera nowe możliwości, które sprawiają, że można też identyfikować genotypy poszczególnych szczepów, wykrywać szczepy odporne na działanie tetracyklin, a nawet sekwencjonować całe genomy izolowanych szczepów.

## Piśmiennictwo

- Borel N., Greub G.: International committee on systematics of prokaryotes (ICSP) subcommittee on the taxonomy of chlamydiae. Minutes of the closed meeting, 5 July 2018, Woudschoten, Zeist, The Netherlands. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2019, 69, 2606–2608.
- Schautteet K., Vanrompay D.: *Chlamydiaceae* infections in pig. *Vet. Res.* 2011, 42, 29.
- Truszczyński M., Pejsak Z.: Zespoły chorobowe u świń wywoływane z udziałem chlamydii. *Życie Wet.* 2020, 85, 660–662.
- Stellmacher H., Kielstein P., Horsch F., Martin J.: Zu Bedeutung der Chlamydien-Infektion des Schweines unter besonderer Berücksichtigung der Pneumonien. *Mh. Vet. Med.* 1983, 38, 601–606.
- Hammerschlag M.R.: The intracellular life of Chlamydiae. *Semin. Pediatr. Infect. Dis.* 2002, 13, 239–248.
- Dolík B.: Rola zakażenia *Chlamydia pneumoniae* w wywoływaniu zaostrzeń astmy u dzieci. *Praca doktorska*, UJ Kraków. 2006.
- Pospischil A., Borel N., Chowdhury E.H., Guscetti F.: Aberrant chlamydial developmental forms in the gastrointestinal tract of pigs spontaneously and experimentally infected with *Chlamydia suis*. *Vet. Microbiol.* 2009, 135(1–2), 147–156.
- Hoffmann K., Schott F., Donati M., Di Francesco A., Hässig M., Wanning S., Sidler X., Borel N.: Prevalence of chlamydial infections in fattening pigs and their influencing factors. *Plos One.* 2015, 10, e0143576.
- Busch M., Thoma R., Schiller I., Corboz L., Pospischil A.: Occurrence of chlamydiae in the genital tracts of sows at slaughter and their possible significance for reproductive failure. *J. Vet. Med. B. Infect. Dis. Vet. Public Health.* 2000, 47, 471–480.
- Longbottom D.: Chlamydial infections of domestic ruminants and swine: new nomenclature and new knowledge. *Vet. J.* 2004, 168, 9–11.
- Pospischil A.: Animal clamydiosis. *Proceedings of the 5th Meeting of the European Society for Chlamydia Research.* 2004, 285–292.
- Kauffold J., Melzer F., Hoffman G., Rautenberg T., Kacza J., Seidler T.: Vorkommen von Chlamydien im Eileiter des Schweines und deren mögliche Bedeutung am Infertilitätsgeschehen. *Deut. Tierärztl. Woch.* 2002, 109, 447–448.
- Camenisch U., Lu Z.H., Vaughan L., Corboz L., Zimmermann D.R., Wittenbrink M.M., Zimmermann D.R.: Diagnostic investigation into the role of Chlamydiae in cases of increased rates of return to oestrus in pigs. *Vet. Rec.* 2004, 155, 93–96.
- Zahn I., Szeredi L., Schiller I., Kunz U.S., Burgi E., Guscetti F., Heinen E., Corboz L., Sydlar T., Pospischil A.: Immunhistologischer Nachweis von *Chlamydia psittaci/pecorum* und *C. trachomatis* im Ferkel-Darm. *Zentralbl. Veterinärmed.* 1995, 42, 266–276.
- Willigan D.A., Beamer P.D.: Isolation of a transmissible agent from pericarditis of swine. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1955, 126, 118–122.
- Guenov I.: Etudes sur la pericardite fibreuse des porcelets due au virus de l'ornithose. *Bull. Off. Int. Epizoot.* 1961, 55, 1465–1473.
- Popovici V., Hiastru F., Draghici D., Berbinschi C., Dorobantu R.: Bedsoniasolierung von Schweinen mit verschiedenen Krankheiten. *Lucr. Inst. Cercet. Vet. Bioprep. Pasteur.* 1972, 8, 19–28.
- Sorodoc G., Surdan C., Sarateano D., Suteo V.: Research on the identification of enzootic swine bronchopneumonia virus. *Rev. Sci. Med.* 1961, 6, 113–115.
- Kölbl O.: Untersuchungen über das Vorkommen von Miyagawanelen beim Schwein. *Wiener Tierärztl. Monatssch.* 1969, 56, 355–361.
- Kölbl O., Burtscher H., Hebenstreit J.: Polyarthritiden bei Schlachtschweinen. Mikrobiologische, histologische und fleischhygienische Untersuchungen und Aspekte. *Wiener Tierärztl. Monatssch.* 1970, 57, 355–361.
- Leonard I., Wittenbrink M.M., Bisping W.: Nachweis von *Chlamydia psittaci* im Kot von Schweinen. *Berl. Munch. Tierärztl. Wschr.* 1988, 101, 124–128.
- Plagemann O.: Chlamydien als Abortursache beim Schwein und als Differentialdiagnose zum Smedi-Komplex. *Tierärztl. Umsch.* 1981, 36, 842–846.
- Rogers D.G., Andersen A.A., Hogg A., Nielsen D.L., Huebert M.A.: Conjunctivitis and keratoconjunctivitis associated with Chlamydiae in swine. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1993, 203, 1321–1323.
- Schiller I., Koesters R., Weilenmann R., Thoma R., Kaltenboeck B., Heitz P., Pospischil A.: Mixed infections with porcine *Chlamydia trachomatis/pecorum* and infections with ruminant *Chlamydia psittaci* serovar 1 associated with abortions in swine. *Vet. Microbiol.* 1997, 58, 251–260.
- Szeredi L., Schiller I., Sydlar T., Guscetti F., Heinen E., Corboz L., Egenberger E., Jones G.E., Pospischil A.: Intestinal *Chlamydia* in finishing pigs. *Vet. Pathol.* 1996, 33, 369–374.
- Thoma R., Guscetti F., Schiller I., Schmeer N., Corboz L., Pospischil A.: Chlamydiae in porcine abortion. *Vet. Pathol.* 1997, 34, 467–469.
- Wittenbrink M.M.: Detection of antibodies against *Chlamydia* in swine by an immunofluorescent test and an enzyme immunoassay. *Berl. Munch. Tierärztl. Wochenschr.* 1991, 104, 270–275.
- Vanrompay D., Geens T., Desplanques A., Hoang T.Q., De Vos L., Van Loock M., Huyck E., Mirry C., Cox E.: Immunoblotting, ELISA and culture evidence for *Chlamydiaceae* in sows on 258 Belgian farms. *Vet. Microbiol.* 2004, 99, 59–66.
- Hotzel H., Berndt A., Melzer F., Sachse K.: Occurrence of *Chlamydiaceae* spp. in a wild boar (*Sus scrofa L.*) population in Thuringia (Germany). *Vet. Microbiol.* 2004, 103, 121–126.
- Di Francesco A., Baldelli R., Cevenini R., Magnino S., Pignatelli S., Salvatore D., Galuppi R., Donati M.: Seroprevalence to Chlamydiae in pigs in Italy. *Vet. Rec.* 2006, 159, 849–850.
- Buendia A.J.: Chlamydial infection in swine: a preliminary study in the region of Murcia (Spain). *Anal. Veterinaria de Murcia.* 1995, 11–12, 69–76.
- Palomino M.: Seroepidemiological study of swine chlamydiosis in a farm of Iberian pig. *Cria. Y Salud.* 2010, 32, 58–65.
- Bagdonas J., Maurcias M., Gerulis G., Petkevicius S., Jokimas J.: Evaluation of different laboratory methods for diagnosis of pig chlamydiosis in Lithuania. *Pol. J. Vet. Sci.* 2005, 8, 49–56.
- Rypuła K., Kumala A., Płoneczka-Janeczko K., Karyga-Kuźniewska E., Dudek K., Chorbiński P.: *Chlamydia* prevalence in Polish pig herds. *Epidemiol. Infect.* 2016, 144, 2578–2586.
- Eggemann G., Wendt M., Hoelzle L.E., Jager C., Weiss R., Failing K.: Prevalence of *Chlamydia* infections in breeding sows and their importance in reproductive failure. *Deut. Tierärztl. Woch.* 2000, 107, 3–10.
- Schiller I., Koesters R., Weilenmann R., Kaltenboeck B., Pospischil A.: PCR detection of porcine *Chlamydia trachomatis* and ruminant *Chlamydia psittaci* serovar 1 DNA in formalin fixed intestinal specimens from swine. *Zentralbl. Veterinärmed.* B. 1997, 44, 185–191.
- Kauffold J., Melzer F., Henning K., Schulze K., Leiding C., Sachse K.: Prevalence of Chlamydiae in boars and semen used for artificial insemination. *Theriogenology.* 2006, 65, 1750–1758.
- Kauffold J., Melzer F., Berndt A., Hoffmann G., Hotzel H., Sachse K.: Chlamydiae in oviducts and uteri of repeat breeder pigs. *Theriogenology.* 2006, 66, 1816–1823.

39. Woollen N., Daniels E.K., Yeary T., Leipold H.W., Phillips R.M.: Chlamydial infection and perinatal mortality in a swine herd. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1990, **197**, 600–601.
40. Sarma D.K., Tamuli M.K., Rahman T., Boro B.R., Deka B.C., Rajkonwar C.K.: Isolation of *Chlamydia* from a pig with lesions in the urethra and prostate gland. *Vet. Rec.* 1983, **112**, 525.
41. Schautteet K., Beekman D.S.A., Delava P., Vanrompay D.: Possible pathogenic interplay between *Chlamydia suis*, *Chlamydomphila abortus* and PCV-2 on a pig production farm. *Vet. Rec.* 2010, **166**, 329–333.
42. Reinhold P., Liebler-Tenorio E., Sattler S., Sachse K.: Recurrence of *Chlamydia suis* infection in pigs after short-term antimicrobial treatment. *Vet. J.* 2011, **187**, 405–407.
43. Sachse K., Hotzel H., Slickers P., Ellinger T., Ehrlich R.: DNA microarray-based detection and identification of *Chlamydia* and *Chlamydomphila* spp. *Mol. Cell. Probes.* 2005, **19**, 41–50.
44. Chahota R., Ogawa H., Ohya K., Yamaguchi T., Everett K.D.E., Fukushi H.: Involvement of multiple *Chlamydia suis* genotypes in porcine conjunctivitis. *Transbound. Emerg. Dis.* 2018, **65**, 272–277.
45. Unterweger C., Schwarz L., Jelocnik M., Borel N., Brunthaler R., Inic-Kanada A., Marti H.: Isolation of tetracycline-resistant *Chlamydia suis* from a pig herd affected by reproductive disorders and conjunctivitis. *Antibiot.* 2020, **9**, 187.
46. De Puyssseleyr L., De Puyssseleyr K., Braeckman L., Morré S.A., Cox E., Vanrompay D.: Assessment of *Chlamydia suis* infection in pig farmers. *Transbound. Emerg. Dis.* 2017, **64**, 826–833.
47. Li M., Jelocnik M., Yang F., Gong J., Kaltenboeck B., Polkinghorne A., Feng Z., Pannekoek Y., Borel N., Song C., Jiang P., Li J., Zhang J., Wang Y., Wang J., Zhou X., Wang C.: Asymptomatic infections with highly polymorphic *Chlamydia suis* are ubiquitous in pigs. *BMC Vet. Res.* 2017, **13**, 370.
48. Becker A., Lutz-Wohlgroth L., Brugnera E., Lu Z.H., Zimmermann D.R., Grimm F., Grosse B.E., Kaps S., Spiess B., Pospischil A., Vaughan L.: Intensively kept pigs pre-disposed to chlamydial associated conjunctivitis. *J. Vet. Med. A. Physiol. Pathol. Clin. Med.* 2007, **54**, 307–313.
49. Borel N., Regenscheit N., Di Francesco A., Donati M., Markov J., Maserey Y., Pospischil A.: Selection for tetracycline-resistant *Chlamydia suis* in treated pigs. *Vet. Microbiol.* 2012, **156**, 143–146.
50. Hoelzle L.E., Steinhäusen G., Wittenbrink M.M.: PCR-based detection of chlamydial infection in swine and subsequent PCR-coupled genotyping of chlamydial omp1-gene amplicons by DNA-hybridization, RFLP-analysis, and nucleotide sequence analysis. *Epidemiol. Infect.* 2000, **125**, 427–439.
51. Sandoz K.M., Rockey D.D.: Antibiotic resistance in Chlamydiae. *Future Microbiol.* 2010, **5**, 1424–1442.
52. Andersen A.A., Rogers D.G.: Resistance to tetracycline and sulfadiazine in swine *C. trachomatis* isolates. *Ninth International Symposium on Human Chlamydial Infection.* 1998, 313–316.
53. Di Francesco A., Donati M., Morandi F., Renzi M., Masia M.A., Ostanello F., Salvatore D., Cevenini R., Baldelli R.: Seroepidemiologic survey for *Chlamydia suis* in wild boar (*Sus scrofa*) populations in Italy. *J. Wildlife. Dis.* 2011, **47**, 709–712.
54. Di Francesco A., Donati M., Rossi M., Pignaneli S., Shurahi A., Baldelli R., Cevenini R.: Tetracycline-resistant *Chlamydia suis* isolates in Italy. *Vet. Rec.* 2008, **163**, 253–253.
55. Schautteet K., De Clercq E., Miry C., Van Groenweghe F., Delava P., Kalmar I., Vanrompay D.: Tetracycline-resistant *Chlamydia suis* in cases of reproductive failure on Belgian, Cypriot and Israeli pig production farms. *J. Med. Microbiol.* 2013, **62**, 331–334.
56. De Puyssseleyr K., De Puyssseleyr L., Geldhof J., Cox E., Vanrompay D.: Development and validation of a real-time PCR for *Chlamydia suis* diagnosis in swine and humans. *Plos One.* 2014, **9**(5):e96704.
57. Suchland R.J., Sandoz K.M., Jeffrey B.M., Stamm W.E., Rockey D.D.: Horizontal transfer of tetracycline resistance among *Chlamydia* spp. in vitro. *Antimicrob. Agents. Ch.* 2009, **53**, 4604–4611.
58. Yeruva L., Spencer N., Bowlin A.K., Wang Y., Rank R.G.: Chlamydial infection of the gastrointestinal tract: a reservoir for persistent infection. *Pathog. Dis.* 2013, **68**, 88–95.
59. Dean D., Rothschild J., Ruettger A., Kandel R.P., Sachse K.: Zoonotic *Chlamydiaceae* species associated with trachoma, Nepal. *Emerg. Infect. Dis.* 2013, **19**, 1948–1955.
60. De Puyssseleyr K., De Puyssseleyr L., Dhondt H., Geens T., Braeckmann L., Morré S.A., Cox E., Vanrompay D.: Evaluation of the presence and zoonotic transmission of *Chlamydia suis* in a pig slaughterhouse. *BMC Infect. Dis.* 2014, **14**, 560.

---

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