

JAK FERMY PRZEMYSŁOWE WPŁYWAJĄ NA NASZE ŻYCIE I ZDROWIE

Analiza oddziaływania polskich i ukraińskich
ferm przemysłowych w kontekście
zagrożenia dla zdrowia publicznego



Wstęp

W ciągu ostatnich kilku dekad nastąpiła intensyfikacja chowu i hodowli zwierząt gospodarskich. Drób, bydło i świnie powszechnie utrzymuje się na tzw. fermach przemysłowych. Wraz z postępującą koncentracją hodowli wybuchają kolejne protesty mieszkańców wsi, którzy nie zgadzają się na pogorszenie jakości życia oraz obawiają się szeregu zagrożeń związanych z funkcjonowaniem tego typu zakładów w swoim sąsiedztwie.

Negatywne skutki zdrowotne, związane z działalnością dużych ferm, dotyczą nie tylko mieszkańców wsi żyjących w pobliżu takich instalacji. Temat emisji odorów przez wielkie farmy dotyczy wprawdzie głównie bezpośredniego sąsiedztwa obiektów hodowlanych, ale rosnący na całym świecie problem antybiotykoopornych bakterii odzwierzęcych czy ogniska zoonoz mogą znacząco wpłynąć na życie nas wszystkich – bez względu na miejsce zamieszkania.

W Polsce i w Ukrainie stale wzrasta pogłowie zwierząt, szczególne znaczenie ma ptactwo hodowlane. Oba kraje pretendują do bycia liderem w produkcji i eksporcie drobiu na rynku europejskim, ale także globalnym. Aby zrozumieć zagrożenia, z jakimi wiąże się dalsza koncentracja hodowli w obu krajach, stowarzyszenie Otwarte Klatki, w ramach grantu Fueling Advocates Initiative Tiny Bear Found¹, zleciło naukowcom reprezentującym jednostki naukowo-badawcze w Polsce i w Ukrainie przeprowadzenie niezależnych badań.

Raport, który trzymają Państwo w ręku, jest omówieniem publikacji naukowych zrealizowanych w ramach grantu TBF. Składa się z on pięciu rozdziałów.

Pierwszy rozdział omawia wielkość hodowli zwierząt gospodarskich w Polsce i Ukrainie, natomiast drugi przedstawia problematykę związaną z emisją odorów z tego typu instalacji w tychże krajach oraz ich wpływ na zdrowie ludzi. Oba rozdziały powstały na podstawie publikacji zespołu naukowców pod przewodnictwem dr hab. inż. Izabeli Sówki, prof. Uczelni, w skład którego weszli: dr inż. Yaroslav Bezyk, dr inż. Urszula Miller, dr inż. Alicja Wroniszewska, mgr inż. Agnieszka Grzelka, mgr Beata Merenda, reprezentujący Katedrę Inżynierii Ochrony Środowiska na Wydziale Inżynierii Środowiska, Politechniki Wrocławskiej².

¹ Celem grantów Tiny Beam Found jest m.in. finansowanie niezależnych badań, aby móc zdobyć wiedzę na temat problemów, jakie generuje intensywna hodowla zwierząt, a także opracowywać i wdrażać praktyczne rozwiązania.

² Sówka I., Bezyk Y., Grzelka A., Merenda B., Miller U., Wroniszewska A., Intensive Animal Farming Operations – a Preliminary Analysis of a Number of Farm Animals, Ammonia Emission Values Variability and Methods of Reducing Odor Emissions and Assessing Health Impact Taking into Account Possible Solutions in Poland and Ukraine, „Rocznik Ochrona Środowiska” 2021, nr 23, s. 764–794, [ostatni dostęp online 26.11.2023: https://ros.edu.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=1049&Itemid=419&lang=en].

W trzecim rozdziale omówiono problem chorób odzwierzęcych w Ukrainie, wywoływanych przez bakterie wchodzące w skład mikrobioty kałowej zwierząt gospodarskich. Patogenne szczepy tych bakterii lub toksyny pochodzenia bakteryjnego mogą zanieczyszczać żywność odzwierzęcą lub środowisko, wywołując ogniska zakażeń pokarmowych u ludzi. Opracowanie tej części powstało na podstawie publikacji autorstwa prof. Tarasa Tsarenki z Uniwersytetu Rolniczego w Białej Cerkwii oraz prof. Leonida Kornienki z Państwowego Instytutu Badawczego Diagnostyki Laboratoryjnej i Ekspertyzy Weterynaryjno-Sanitarnej w Kijowie³.

W kolejnym rozdziale poruszono problem wirusowych chorób odzwierzęcych w Ukrainie, związanych z przemysłową hodowlą drobiu. Jednymi z najbardziej powszechnych i niebezpiecznych z nich są ptasia grypa i rzekomy pomór drobiu, które stanowią globalne zagrożenie epidemiologiczne. Opracowanie tej części powstało na podstawie preprintu pracy, której autorami są: prof. dr hab. Leonid Kornienko i dr Olga Chechet z Państwowego Instytutu Badawczego Diagnostyki Laboratoryjnej i Ekspertyzy Weterynaryjno-Sanitarnej w Kijowie, dr Serhii Bilyk, dr Ołexandr Dovgal i dr Taras Tsarenko z Państwowego Uniwersytetu Rolniczego w Białej Cerkwi oraz powiązany z obiema wymienionymi jednostkami naukowymi prof. dr hab. Vitalii Ukhovskiy⁴.

Piąty rozdział stanowi omówienie problematyki wpływu ferm przemysłowych na rozwój antybiotykooporności bakterii. Część ta powstała na podstawie publikacji zespołu naukowego pod przewodnictwem dr n. med. Anny Kozajdy, kierownik Pracowni Bezpieczeństwa Biologicznego w Instytucie Medycyny Pracy imienia prof. dr. med. Jerzego Nofera w Łodzi, w skład którego weszła mgr inż. Karolina Jeżak⁵.

W tym miejscu pragniemy ogromnie podziękować naukowcom zaangażowanym w projekt za ich merytoryczny wkład w rozpoznanie i omówienie najważniejszych zagrożeń dla zdrowia publicznego, wynikających z intensyfikacji hodowli zwierząt.

Katarzyna Lipka, mgr biologii
Zuzanna Genederka, lek. wet.
Stowarzyszenie Otwarte Klatki

³ Tsarenko T., Kornienko L., Intensive animal farming operations and outbreaks of zoonotic bacterial diseases in Ukraine, „Regulatory Mechanisms in Biosystems” 2021, nr 12(3), s. 479–489.

⁴ Kornienko L., Chechet O., Ukhovskiy V., Bilyk S., Dovgal O., Tsarenko T., Potential role of intensive bird growing during outbreaks of viral zoonosis in Ukraine, Russian Federation, Kazakhstan and Belarus (on the model viruses highly pathogenic influenza and newcastle diseases): Systematic review, „Journal of Pure and Applied Microbiology” 2022, nr. 16(4), s.2363-2400 [ostatni dostęp online 26.11.2023: <https://microbiologyjournal.org/abstract-16-4-69/>].

⁵ Jeżak K., Kozajda A., Occurrence and spread of antibiotic-resistant bacteria on animal farms and in their vicinity in Poland and Ukraine, „Environmental Science and Pollution Research” 2022, nr 29(2), s. 1–27 [ostatni dostęp online 26.11.2023: https://www.researchgate.net/publication/356818418_Occurrence_and_spread_of_antibiotic-resistant_bacteria_on_animal_farms_and_in_their_vicinity_in_Poland_and_Ukraine-review]

Spis treści

1

Wielkość hodowli zwierząt gospodarskich w Polsce i Ukrainie	7
Bibliografia	10

2

Emisja odorów związana z działalnością ferm przemysłowych w Polsce i Ukrainie i jej wpływ na zdrowie ludzi	13
Wpływ odorów na zdrowie okolicznych mieszkańców	16
Emisje odorów dla poszczególnych grup produkcyjnych i gatunków	17
Regulacje prawne związane z emisją odorów	20
Proponowane rozwiązania	21

3

Bakteryjne choroby odzwierzęce związane z działalnością ferm przemysłowych w Ukrainie i ich wpływ na zdrowie ludzi	27
Kampylobakterioza	30
Salmonelloza	31
Kolibakterioza	33
Listerioza	34

4

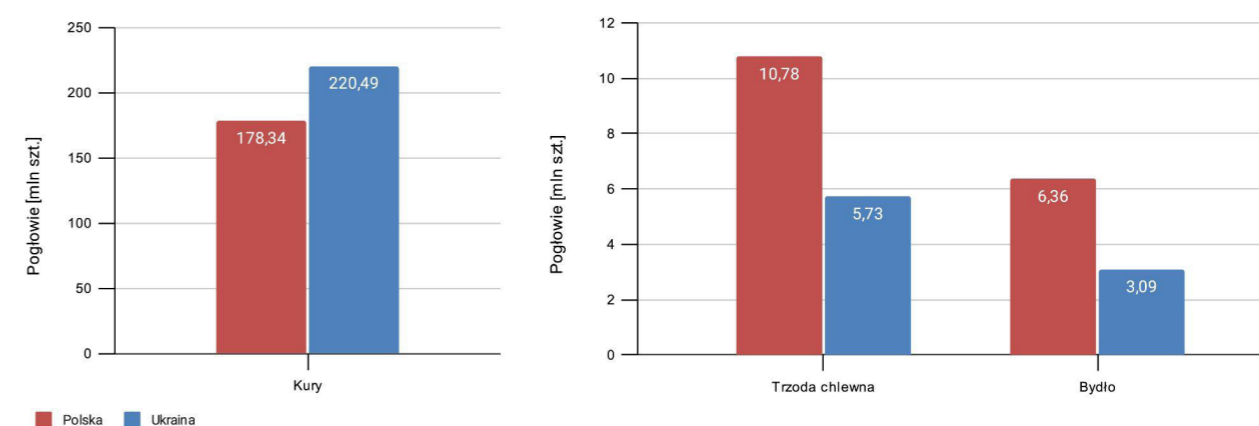
Wirusowe choroby odzwierzęce związane z działalnością przemysłowych ferm drobiu w Ukrainie i ich wpływ na zdrowie ludzi	43
Ptasia grypa	44
Rzekomy pomór drobiu (choroba Newcastle, ND)	45
Postępowanie w przypadku wystąpienia ogniska	46
Rozwiązania i podsumowanie	46
Bibliografia	47

5

Antybiotykooporność w kontekście działalności polskich i ukraińskich ferm przemysłowych	51
LA-MRSA	54
Mechanizmy występowania antybiotykooporności u bakterii	56
Regulacje prawne dotyczące stosowania antybiotyków w produkcji zwierzęcej	58
Ścieżki rozprzestrzeniania genów oporności na antybiotyki, pochodzących z intensywnej hodowli zwierząt	59
Bioaerozol	61
Gnojowica i obornik stosowane do nawożenia pól uprawnych	62
Gleba	64
Wody powierzchniowe, gruntowe i opadowe	65
Muchy	65
Pracownicy ferm	66
Ubojnie	66
Produkty odzwierzęce (mięso, mleko, jaja)	69
Podsumowanie i wnioski	71
Bibliografia	74

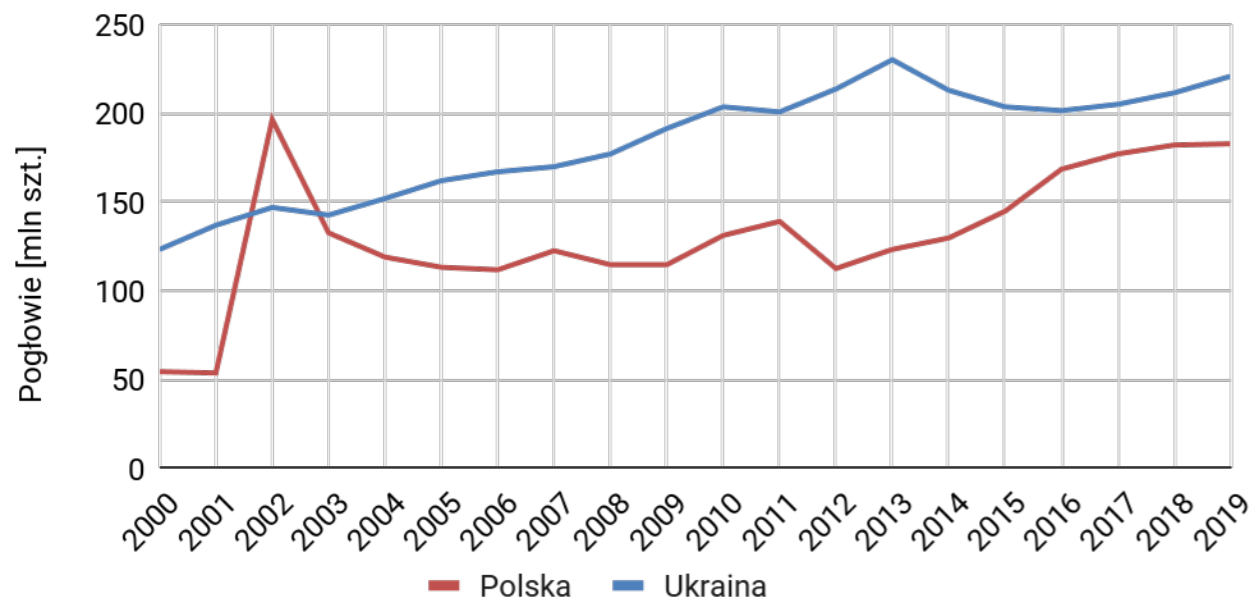
Polska jest szóstym co do wielkości producentem żywności w Unii Europejskiej (UE) i jej ósmym największym eksporterem. Około 30% podmiotów zajmujących się produkcją żywności i napojów stanowią przetwórcy produktów odzwierzęcych, w tym 20% firmy mięsne, a ok. 4% mleczarskie. Udział branży mięsnej stanowi szacunkowo blisko 30% w produkcji sprzedanej przemysłu (IERiGŻ, 2018). W Ukrainie udział ten szacuje się na 13,1% (Państwowy Urząd Statystyczny Ukrainy, 2016).

Poniżej znajduje się wykres przedstawiający liczbę wybranych gatunków zwierząt gospodarskich hodowanych w Polsce i Ukrainie w roku 2019 (GUS 2020, Państwowy Urząd Statystyczny Ukrainy, 2020) **(Rys. 1)**.



Rys. 1. Liczba zwierząt hodowlanych wybranych gatunków w Polsce i Ukrainie w 2019 roku (źródło: opracowanie własne na podstawie Sówka et al. 2021)

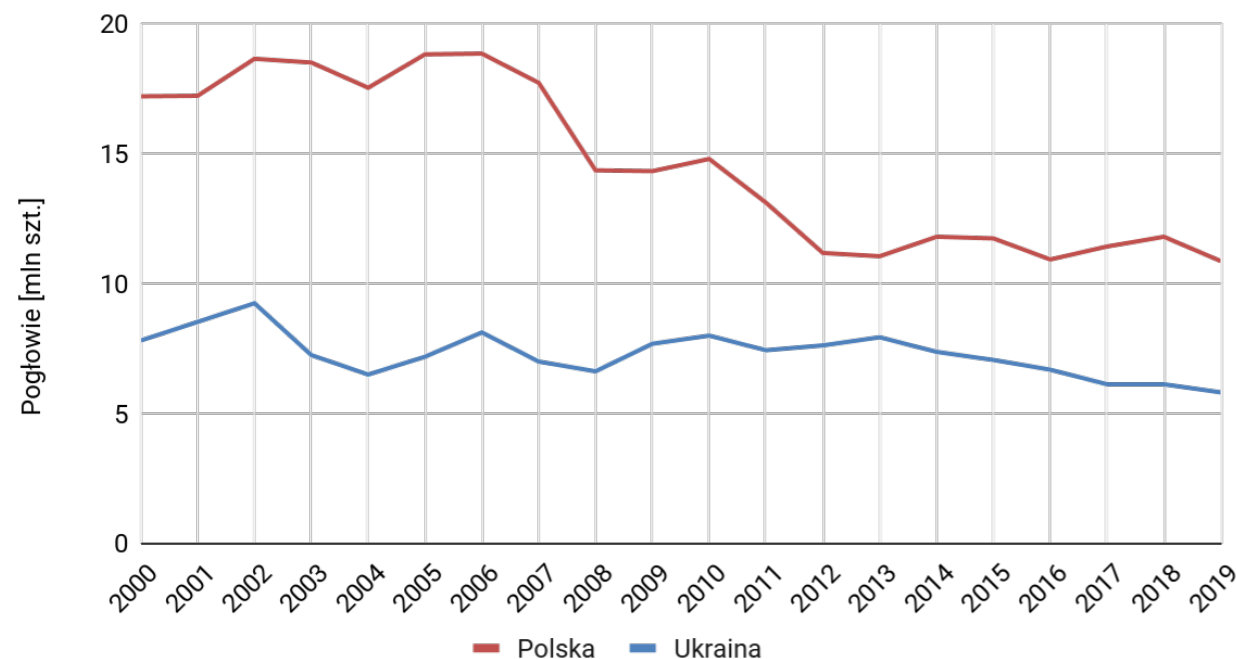
Dynamika zmian liczebności zwierząt gospodarskich hodowanych w latach 2000–2019 w Polsce i Ukrainie różni się w zależności od gatunku. W hodowli drobiu zauważalna jest tendencja wzrostowa zarówno w Polsce, jak i w Ukrainie, odpowiednio od 50 mln sztuk w 2000 roku do 180 mln sztuk w 2019 roku w Polsce i od 120 mln do 220 mln sztuk w Ukrainie. Wyraźny pik nastąpił w Polsce w roku 2002 (aż 220 mln sztuk), natomiast w Ukrainie w 2013 roku (ponad 230 mln sztuk) (GUS, 2004–2020; Państwowy Urząd Statystyczny Ukrainy, 2020) **(Rys. 2)**. Należy jednak zauważyć, że w 2002 roku GUS zastosował nową definicję drobiu – do 2001 roku wliczało się do niego ptactwo domowe w wieku powyżej 6 miesięcy, natomiast od 2002 roku definicja GUS obejmuje osobniki w wieku powyżej 2 tygodni (GUS, BDL). Zmiana sposobu liczenia pogłowia miała więc istotny wpływ na zaobserwowany nagły wzrost liczebności drobiu w Polsce w 2002 roku (GUS).



Rys. 2. Liczba sztuk drobiu hodowanego w latach 2000–2019 w Polsce i Ukrainie

(źródło: opracowanie własne na podstawie Sówka et al. 2021)

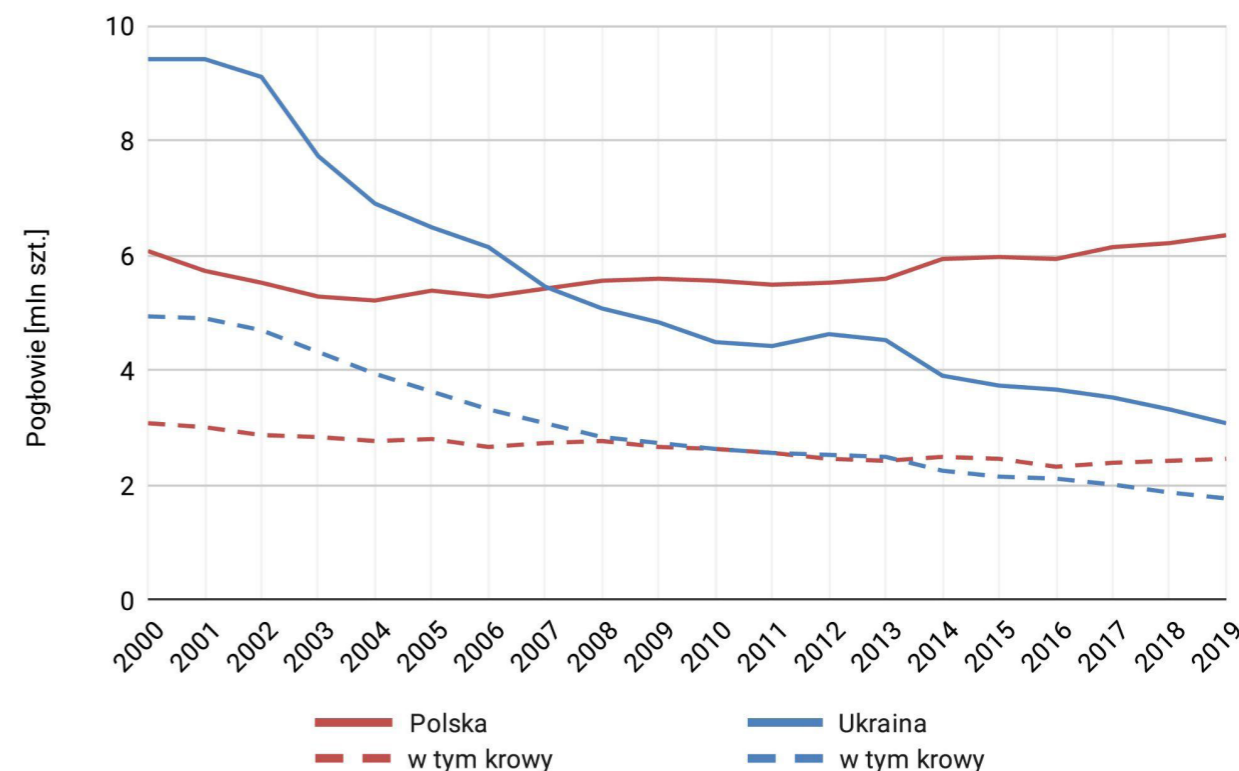
W przypadku trzody chlewnej widać wyraźny spadek zarówno w Polsce, jak i w Ukrainie. Liczba hodowanych zwierząt zmalała odpowiednio z 8 mln do 6 mln i z 17 mln do 11 mln sztuk (GUS, 2004–2020; Państwowy Urząd Statystyczny Ukrainy, 2020) (Rys. 3).



Rys. 3. Liczba sztuk trzody chlewnej hodowanej w latach 2000–2019 w Polsce i Ukrainie

(źródło: opracowanie własne na podstawie Sówka et al. 2021)

Także w przypadku bydła, w tym krów mlecznych, obserwuje się spadek liczby hodowanych zwierząt. W Polsce w latach 2000–2004 z ok. 6 do 5 mln osobników, a następnie stopniowy wzrost do ok. 6,5 mln głów. Liczba hodowanych krów mlecznych natomiast tylko minimalnie zmniejszyła się w ciągu ostatnich 20 lat (z 3 mln do 2,5 mln głów). W Ukrainie spadek pogłowia bydła był zdecydowanie bardziej wyraźny – z poziomu ok. 9,5 mln do 3 mln sztuk. Systematycznie zmniejszała się także liczba hodowanych tam krów mlecznych (z 5 mln do niespełna 2 mln sztuk) (GUS, 2004–2020; Państwowy Urząd Statystyczny Ukrainy, 2020) (Rys. 4).



Rys. 4. Liczba sztuk bydła hodowanego w latach 2000–2019 w Polsce i Ukrainie

(źródło: opracowanie własne na podstawie Sówka et al. 2021)

Analizując najbardziej aktualne dane dotyczące liczby hodowanych zwierząt w poszczególnych województwach i obwodach w roku 2019, można wyróżnić kilka obszarów, które charakteryzują się bardziej intensywną hodowlą zwierząt niezależnie od gatunku. W Polsce są to województwa: mazowieckie, podlaskie, wielkopolskie i lubuskie, w Ukrainie natomiast obwody: winnicki, kijowski, czerkaski, dnipro-pietrowski, lwowski, chmielnicki i charkowski (GUS, 2020; Państwowy Urząd Statystyczny Ukrainy, 2020).

Bibliografia

Bank Danych Lokalnych, [online] <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/dane/podgrup/temat/6/181/1442> [ostatni dostęp: 21.01.2022].

Державна служба статистики України (Państwowy Urząd Statystyczny Ukrainy) (2016), *Przemysł Ukraiński, 2011–2015*, Kijów.

Державна служба статистики України (Państwowy Urząd Statystyczny Ukrainy) (2020), *Rocznik Statystyczny „Ukraińskie Rolnictwo” 2019*, Kijów.

GUS, [online] <https://stat.gov.pl/metainformacje/slownik-pojec/pojecia-stosowane-w-statystyce-publicznej/1098,pojecie.html> [ostatni dostęp: 21.01.2022]

GUS (2004), *Rolnictwo w 2003*, Warszawa, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwole-snictwo/rolnictwo/rolnictwo-w-2003-r-,3,1.html> [ostatni dostęp: 01.03.2021].

GUS (2005), *Rolnictwo w 2004*, Warszawa, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwole-snictwo/rolnictwo/rolnictwo-w-2004-r-,3,2.html> [ostatni dostęp: 01.03.2021].

GUS (2006), *Rolnictwo w 2005*, Warszawa, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwole-snictwo/rolnictwo/rolnictwo-w-2005-r-,3,3.html> [ostatni dostęp: 01.03.2021].

GUS (2007), *Rolnictwo w 2006*, Warszawa, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwole-snictwo/rolnictwo/rolnictwo-w-2006-r-,3,4.html> [ostatni dostęp: 01.03.2021].

GUS (2008), *Rolnictwo w 2007*, Warszawa, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwole-snictwo/rolnictwo/rolnictwo-w-2007-r-,3,5.html> [ostatni dostęp: 01.03.2021].

GUS (2009), *Rolnictwo w 2008*, Warszawa, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwole-snictwo/rolnictwo/rolnictwo-w-2008-r-,3,6.html> [ostatni dostęp: 01.03.2021].

GUS (2011), *Rolnictwo w 2009*, Warszawa, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwole-snictwo/rolnictwo/rolnictwo-w-2009-r-,3,7.html> [ostatni dostęp: 01.03.2021].

GUS (2012), *Rolnictwo w 2011*, Warszawa, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwole-snictwo/rolnictwo/rolnictwo-w-2011-r-,3,8.html> [ostatni dostęp: 01.03.2021].

GUS (2013), *Rolnictwo w 2012*, Warszawa, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwole-snictwo/rolnictwo/rolnictwo-w-2012-r-,3,9.html> [ostatni dostęp: 01.03.2021].

GUS (2014), *Rolnictwo w 2013*, Warszawa, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwole-snictwo/rolnictwo/rolnictwo-w-2013-r-,3,10.html> [ostatni dostęp: 01.03.2021].

GUS (2015), *Rolnictwo w 2014*, Warszawa, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwole-snictwo/rolnictwo/rolnictwo-w-2014-r-,3,11.html> [dostęp: 01.03.2021].

GUS (2016), *Rolnictwo w 2015*, Warszawa, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwole-snictwo/rolnictwo/rolnictwo-w-2015-roku,3,12.html> [ostatni dostęp: 01.03.2021].

GUS (2017), *Rolnictwo w 2016*, Warszawa, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwole-snictwo/rolnictwo/rolnictwo-w-2016-roku,3,13.html> [ostatni dostęp: 01.03.2021].

GUS (2018), *Rolnictwo w 2017*, Warszawa, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwole-snictwo/rolnictwo/rolnictwo-w-2017-roku,3,14.html> [ostatni dostęp: 01.03.2021].

GUS (2019), *Rolnictwo w 2018*, Warszawa, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwole-snictwo/rolnictwo/rolnictwo-w-2018-roku,3,15.html> [ostatni dostęp: 01.03.2021].

GUS (2020), *Rolnictwo w 2019*, Warszawa, [online] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwole-snictwo/rolnictwo/rolnictwo-w-2019-roku,3,16.html> [ostatni dostęp: 01.03.2021].

GUS, [online] <https://stat.gov.pl/metainformacje/slownik-pojec/pojecia-stosowane-w-statystyce-publicznej/1098,pojecie.html> [ostatni dostęp: 21.01.2022].

Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy (2018), *Analiza rynku rolno-spożywczego w Polsce wraz z rekomendacjami produktów, które mogą być przedmiotem obrotu handlowego na Platformie Żywnościowej – raport tematyczny nr 1*, Warszawa.

Rozdział powstał na podstawie artykułu:

Sówka I., Grzelka A., Bezyk Y., Miller U., Wroniszewska A., Merenda B., Intensive Animal Farming Operations – a Preliminary Analysis of a Number of Farm Animals, Ammonia Emission Values Variability and Methods of Reducing Odor Emissions and Assessing Health Impact Taking into Account Possible Solutions in Poland and Ukraine, „Rocznik Ochrona Środowiska” 2021, nr 23, s. 764–794.

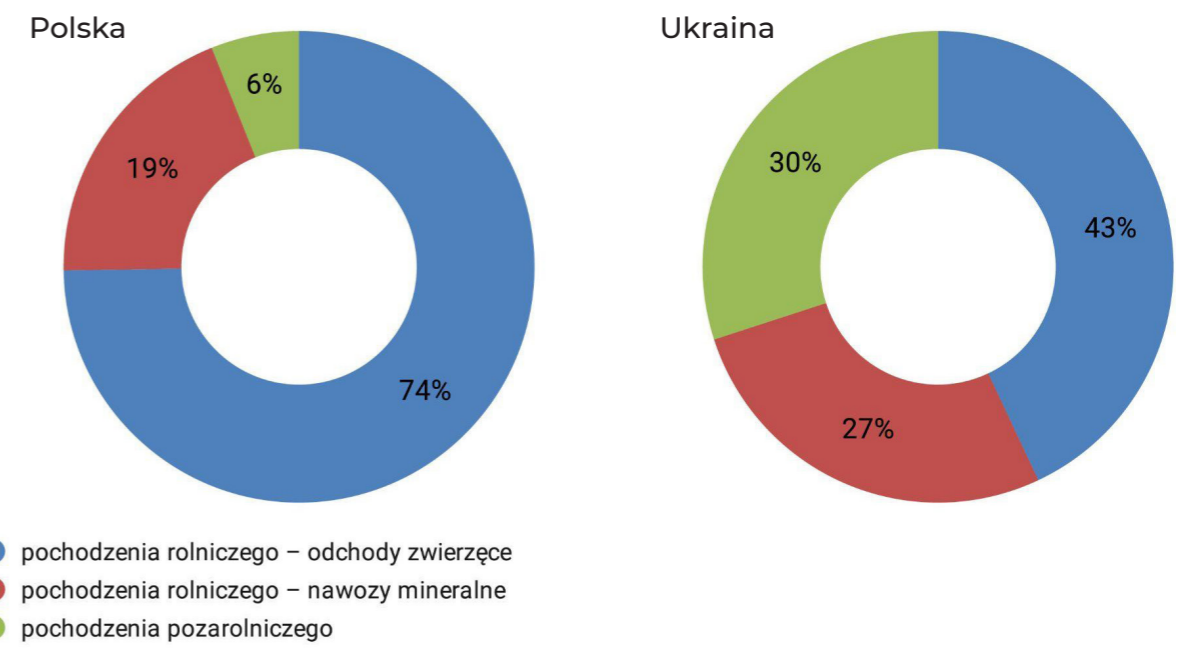


2 Emisja odorów związana z działalnością ferm przemysłowych w Polsce i Ukrainie oraz jej wpływ na zdrowie ludzi

Działalność ferm wiąże się z powstawaniem odorów⁶, w tym powszechnie kojarzonego z hodowlą zwierząt amoniaku. Całkowita liczba odorantów⁷ powstających w gospodarstwach zajmujących się hodowlą zwierząt wciąż nie jest znana, naukowcy sugerują jednak, że **w sąsiedztwie gospodarstw powstaje aż 168 różnych związków wyczuwalnych przez ludzki węch** (O'Neill, Phillips, 1992).

Za najbardziej uciążliwe zapachowo uważa się tzw. fermy wielkoprzemysłowe, czyli – zgodnie z decyzją Komisji UE – gospodarstwa, na których znajduje się przynajmniej 40 000 kur lub 2 000 tuczników, lub 750 macior (Decyzja Wykonawcza Komisji (UE) 2017/302). Gospodarstwa tego typu charakteryzuje znaczący wpływ na środowisko, głównie w wyniku wytwarzania bardzo dużych ilości nawozów naturalnych.

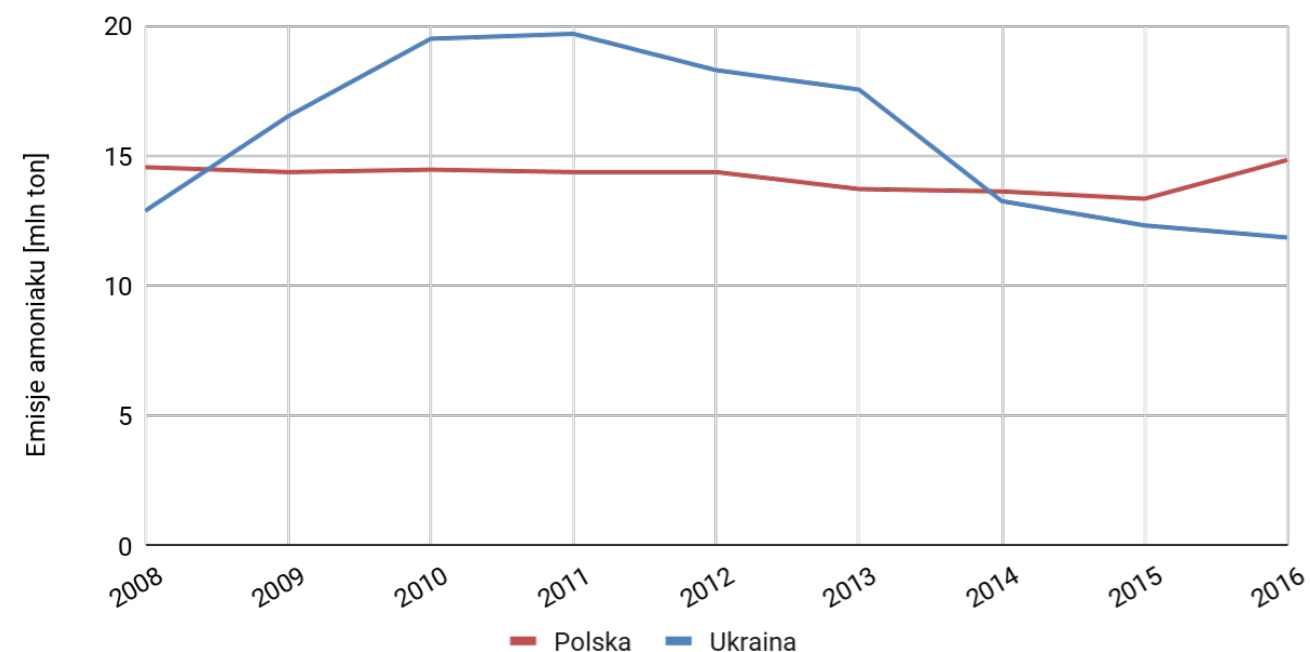
W Polsce rolnictwo należy do głównych źródeł emisji amoniaku i **odpowiada za 94% emisji tego zanieczyszczenia**, z czego zdecydowaną większość stanowi gospodarka odchodami zwierzęcymi (Ministerstwo Klimatu 2020). W przypadku Ukrainy **udział rolnictwa w emisji amoniaku wynosił w latach 2017–2018 około 70%** (Państwowy Urząd Statystyczny Ukrainy, 2020), a sama gospodarka odchodami zwierzęcymi stanowiła 43% całkowitej emisji w tym kraju (Pinchuk, Borodai, 2019) **(Rys. 1)**.



Rys. 1. Źródła amoniaku w Polsce i Ukrainie

⁶ Odory – mieszaniny substancji zapachowo czynnych.
⁷ Odoranty – pojedyncze substancje zapachowo czynne będące składnikami odorów.

Emisja amoniaku z rolnictwa, w tym także hodowli zwierząt, w latach 2008–2016 zarówno w Polsce, jak i w Ukrainie nie wykazywała większych zmian i utrzymywała się na poziomie 13–15 mln ton amoniaku rocznie. Chwilowy wzrost w Ukrainie w latach 2010–2013 mógł być częściowo spowodowany wzrostem liczby hodowanego w tym okresie drobiu (GUS, 2017; Państwowy Urząd Statystyczny Ukrainy, 2020) (rys. 2).



Rys. 2. Wielkość emisji amoniaku z rolnictwa w latach 2008–2016 w Polsce i Ukrainie (źródło: opracowanie własne na podstawie Sówka *et al.* 2021)

Składowanie obornika (naturalnego nawozu będącego mieszaniną sfermentowanego kału, moczu i ściółki) jest jednym z głównych elementów emisji odorów z hodowli. **Wydzielanie amoniaku z budynków w gospodarstwach rolnych oraz na skutek gromadzenia obornika na polach uprawnych jest uznawane za najważniejsze źródło powstawania odorów w wyniku działalności ferm.** Poza negatywnym wpływem na zdrowie i komfort życia ludzi amoniak może również niekorzystnie wpływać na środowisko, powodując m.in. zakwaszenie gleby i eutrofizację (przeżyźnienie wód) (Marcinkiewicz, Kolomiets, 2015).

Istotnym elementem emisji amoniaku jest też składowanie odchodów zwierzęcych. Gnojowicę, czyli płynną, przefermentowaną mieszaninę odchodów zwierząt gospodarskich i wody, standardowo przechowuje się w betonowych, stalowych lub drewnianych zbiornikach lub tzw. lagunach znajdujących się w pobliżu budynków ferm (Marcinkiewicz, Kolomiets, 2015).

Odorantami typowymi dla hodowli zwierząt są amoniak i siarkowodór, występujące zazwyczaj w wysokich stężeniach. **Konieczna jest jednak ocena odorów całościowo, jako mieszaniny** różnych substancji. Inne związki zapachowe warte wspomnienia to np. tiole, sulfidy, fenole, ketony, aldehydy, kwasy alifatyczne, estry, heterocykliczne związki zawierające siarkę i azot oraz alkohole alifatyczne (Tymczyna *et al.*, 2010).



Rys. 3. Substancje zapachowo czynne wchodzące w skład odorów

Związki o charakterze zapachowym związane z działalnością ferm powstają głównie w wyniku fermentacji i gnicia ściółki oraz rozkładu odchodów i resztek pokarmu. Odoranty powstają również w wyniku procesów oddychania, trawienia oraz parowania z powierzchni skóry zwierząt hodowlanych (Grzelka *et al.*, 2018; Korczyński *et al.*, 2010; Saba *et al.*, 2003).

Istotną rolę w powstawaniu **uciążliwości zapachowej** w okolicach ferm odgrywają czynniki środowiskowe oraz czynniki związane z charakterystyką hodowli oraz gospodarką odchodami (Grzelka *et al.*, 2018; Sówka *et al.*, 2020).

Szczegółowo przedstawia je poniższa tabela (Ubeda *et al.*, 2013; Sówka *et al.*, 2020) (Tab. 1).

Warunki środowiskowe	Charakterystyka hodowli	Odchody zwierzęce/obornik
stężenie pyłu zawieszonego	gatunek zwierząt	częstość usuwania obornika
temperatura	wiek zwierząt	powierzchnia emisji
wilgotność	liczba zwierząt	system zbierania obornika
prędkość przepływu powietrza	genotyp zwierząt	typ ściółki
krotność wymiany powietrza	stan zdrowia zwierząt	właściwości fizykochemiczne
warunki atmosferyczne	zachowanie zwierząt	
	żywienie zwierząt (skład paszy)	

Tab. 1. Czynniki decydujące o ilości i rodzaju odorantów powstających na fermach

W 2019 roku opublikowano wyniki badań przeprowadzonych w obwodzie kijowskim przez Instytut Zdrowia Publicznego Narodowej Akademii Medycznej Ukrainy. Wynika z nich, że w kompleksie budynków hodowlanych o rocznej obsadzie 54 tys. świń, **w ciągu jednej godziny może być emitowanych 83,4 mld mikroorganizmów, 0,6 kg/m² pyłu i 14,4 kg/m² amoniaku. Zwiększenie liczby zwierząt do 108 tys., przy zastosowaniu starych technologii ich utrzymania doprowadziło do zanieczyszczenia powietrza i rozprzestrzeniania się zapachów na odległość do 5000 m, a przy stadzie 10 tys. sztuk - na odległość do 3000 m.**

Wpływ odorów na zdrowie okolicznych mieszkańców

Nadmierny poziom uciążliwości zapachowej ferm może być przyczyną istotnego pogorszenia jakości życia osób mieszkających w ich sąsiedztwie. **Odory, zarówno jako mieszanina, jak i ich pojedyncze składniki, mogą wywoływać dyskomfort, irytację i rozdrażnienie. W skrajnych przypadkach – przy wysokich stężeniach, długim czasie narażenia oraz w wyniku częstej ekspozycji – mogą prowadzić do dolegliwości chorobowych (Schulze et al., 2011). Szczególnie narażone na negatywne skutki zdrowotne są osoby starsze, dzieci oraz osoby z grupy podwyższonego ryzyka** (odoranty mogą mieć charakter immunosupresyjny, na przykład w przypadku chorób układu oddechowego (Mitloehner, Schenker, 2007)).

Stymulacja nerwu trójdzielnego, do której może dojść w trakcie ekspozycji na odoranty, wywołuje:

- podrażnienie błon śluzowych nosa (katar),
- podrażnienie gardła (ból lub drapanie w gardle),
- podrażnienie oczu (łzawienie),
- reakcję ze strony dróg oddechowych (kaszel, duszności, płytkie oddechy).

Efekt narażenia na odory może być również **zwiększenie ryzyka zaostrzenia objawów chorób sercowo-naczyniowych** (np. choroby niedokrwiennej serca) u osób na nie cierpiących (EPA, 2001; Pohl et al., 2017), jak i zwiększenie ryzyka występowania reakcji alergicznych (Schulze et al., 2011).

Nadmierna ekspozycja na zapachy, poza objawami irytacji, może powodować dolegliwości somatyczne ze strony układu pokarmowego (np. nudności, wymioty, utratę apetytu), a także zaburzenia snu (Steinheider, 1999).

Szkodliwe skutki ekspozycji na odory nie ograniczają się wyłącznie do toksyczności związków chemicznych. Sam stres wywołany narażeniem na nieprzyjemne zapachy może doprowadzić do wystąpienia objawów psychosomatycznych, takich jak bezsenność, ataki

paniki, światłowstręt i spadek sprawności psychofizycznej. Są one jednak w dużej mierze zależne od cech osobowości danej osoby (Michalak et al., 2014).

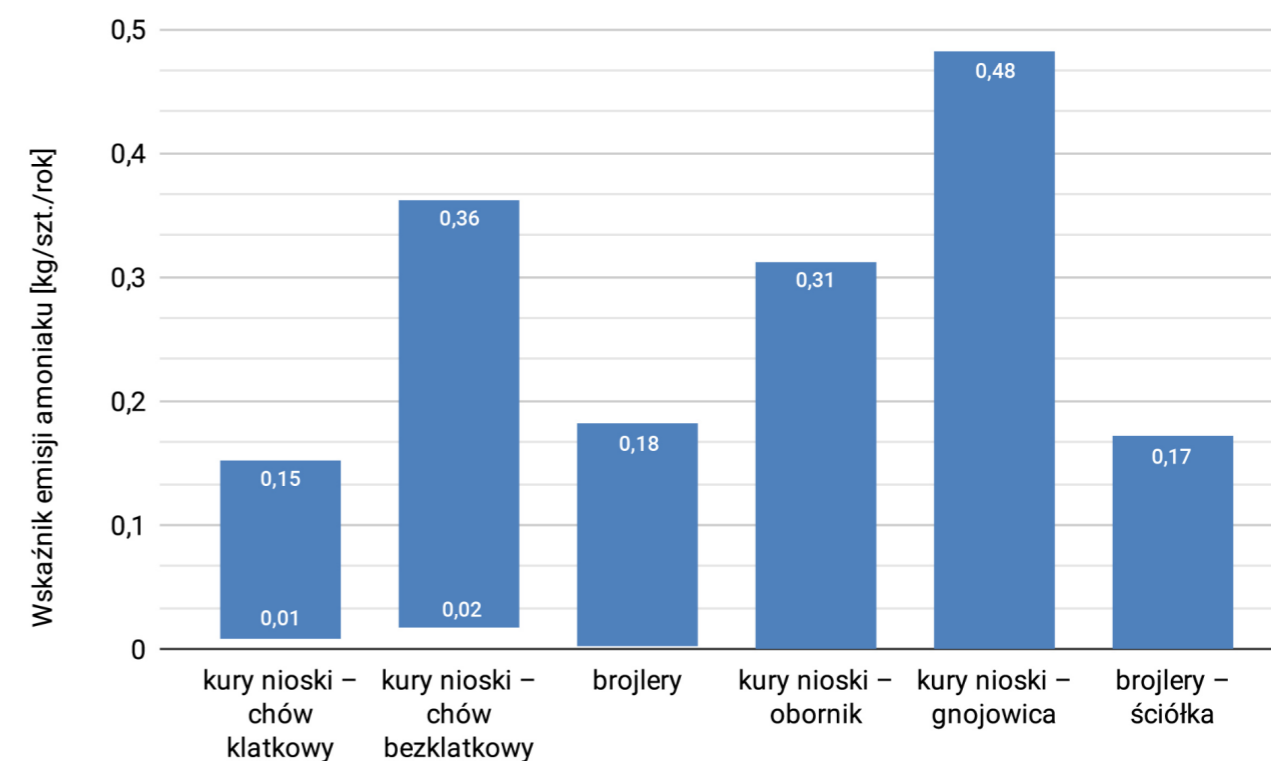
Zarówno stężenie amoniaku, jak i czas ekspozycji decydują o negatywnym wpływie na zdrowie pracowników ferm. Zgodnie z amerykańskimi zaleceniami maksymalny bezpieczny dla ludzkiego zdrowia poziom stężenia amoniaku w powietrzu wynosi:

- 25 ppm dla czasu ekspozycji 8–10 h,
- 35 ppm dla czasu ekspozycji 15 min.

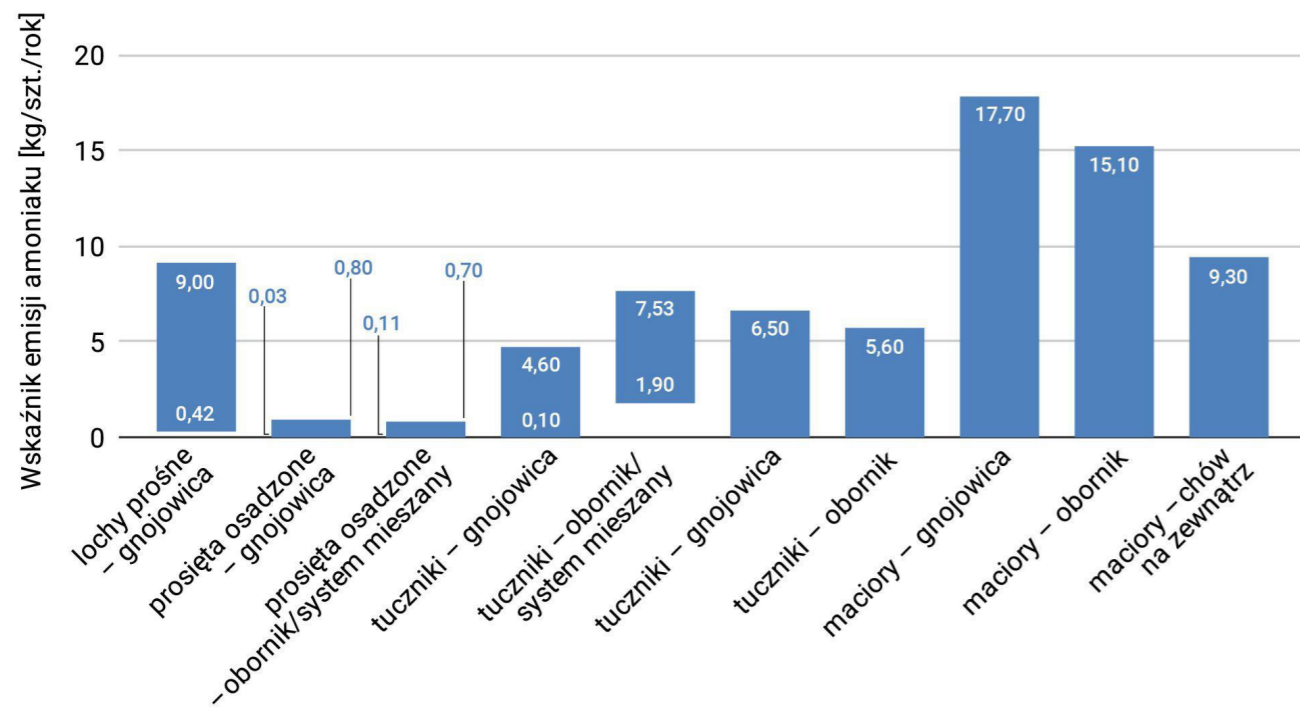
Natomiast stężenie amoniaku w powietrzu powodujące **bezpośrednie ryzyko dla zdrowia i życia nawet przy chwilowej ekspozycji wynosi 300 ppm** (Ritz et al., 2004).

Emisje odorów dla poszczególnych grup produkcyjnych i gatunków

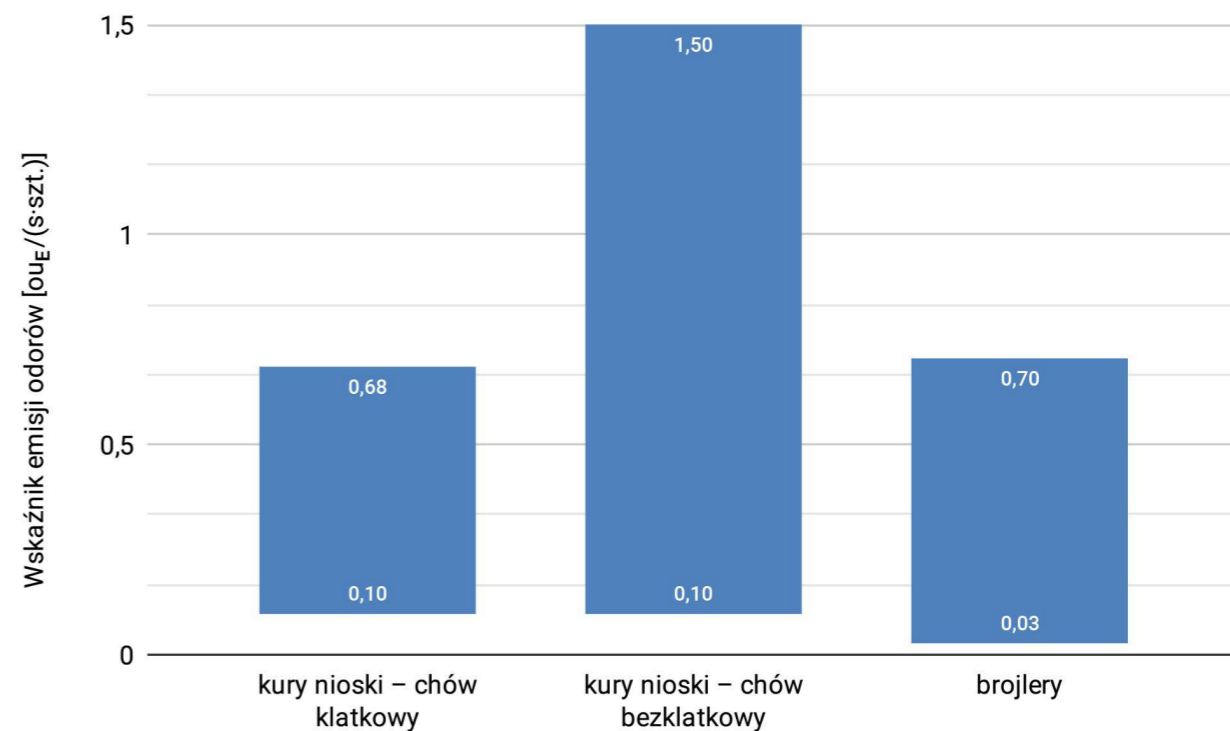
Ilość wydzielanych odorantów różni się w zależności od gatunku, grupy produkcyjnej oraz typu chowu. Poniżej przedstawione zostały szczegółowe wartości emisji amoniaku dla drobiu (**Rys. 5**), trzody chlewnej (**Rys. 6**) oraz bydła (**Rys. 7**) (EEA, 2019):



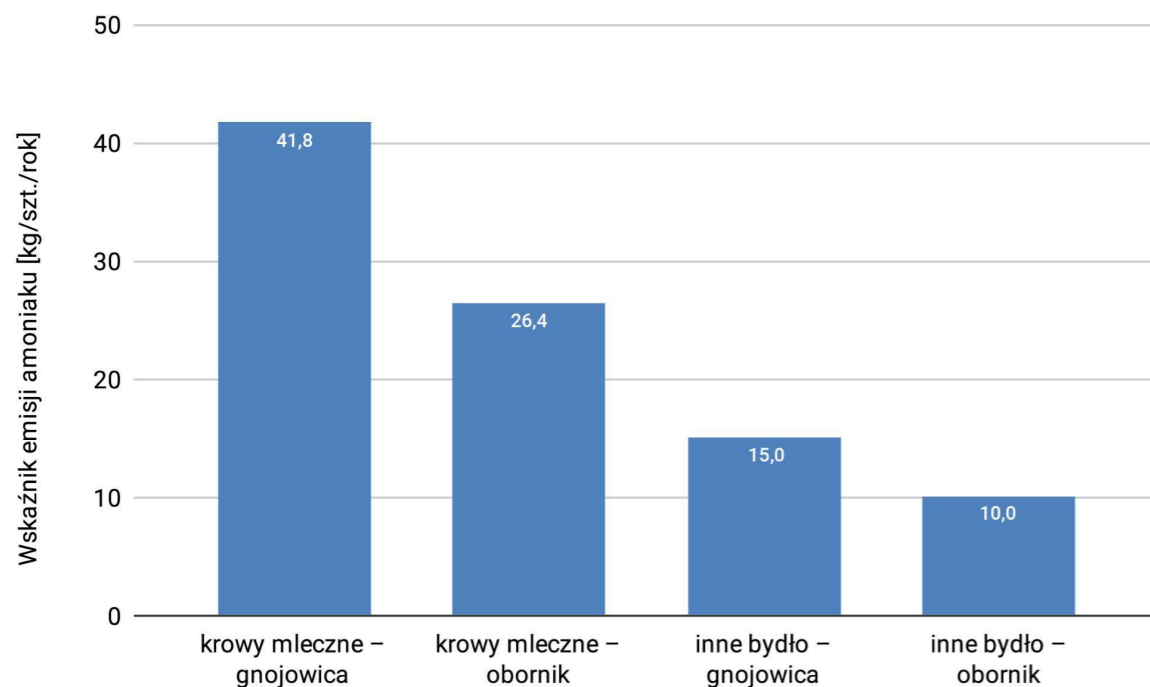
Rys. 5. Wartości wskaźników emisji amoniaku dla drobiu w różnych typach chowu



Rys. 6. Wartości wskaźników emisji amoniaku dla poszczególnych grup produkcyjnych trzody chlewnej

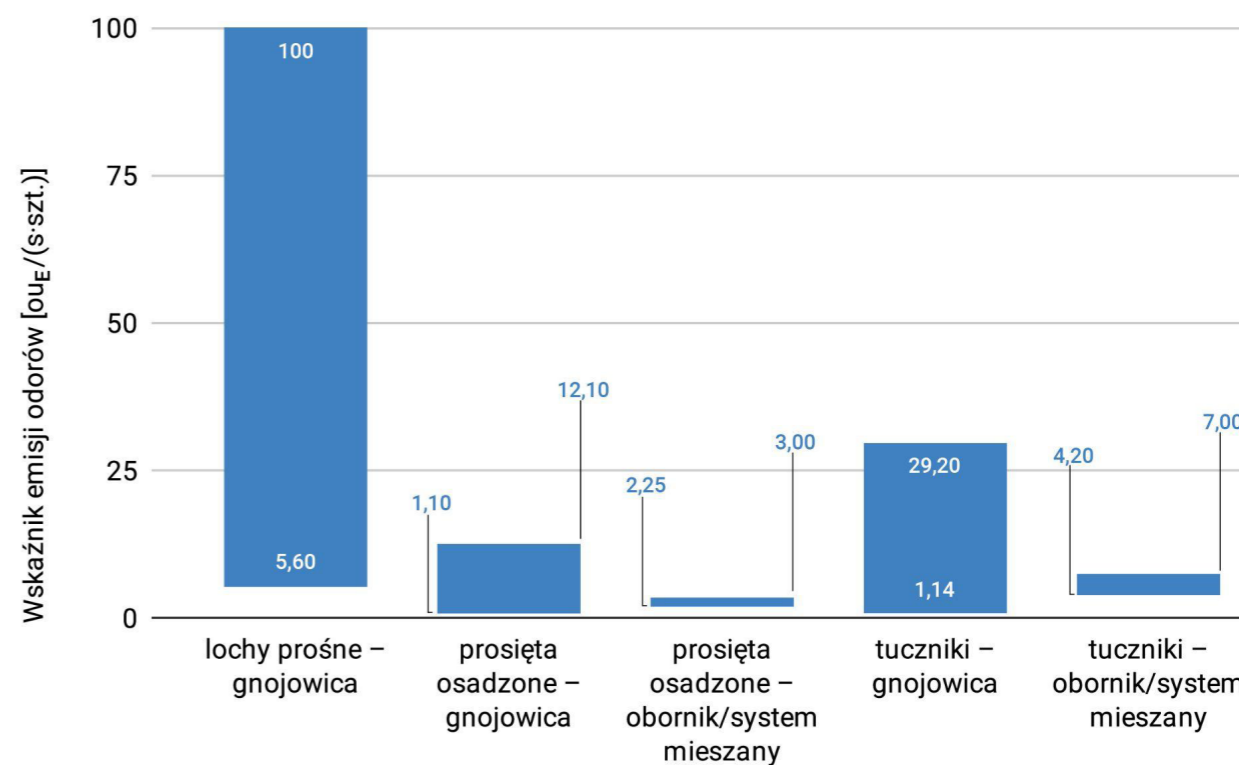


Rys. 8. Wartości wskaźników emisji odorów dla drobiu w różnych typach chowu



Rys. 7. Wartości wskaźników emisji amoniaku poszczególnych grup produkcyjnych bydła

Wskaźniki emisji odorów dla różnych grup produkcyjnych drobiu (rys. 8) oraz trzody chlewnej (rys. 9) przedstawiają się za to następująco (BREF, 2017):



Rys. 9. Wartości wskaźników emisji odorów dla poszczególnych grup produkcyjnych trzody chlewnej

Regulacje prawne związane z emisją odorów

Polskie przepisy określają dopuszczalne wartości emisji dla amoniaku i siarkowodoru w powietrzu. Jednak zarówno w Polsce, jak i w Ukrainie brak jest określonych standardów dla odorów jako mieszaniny zapachowej.

W 2019 r. w Polsce opublikowany został projekt ustawy odnoszącej się do problemu uciążliwości zapachowej. Zakładał on m.in. ograniczenie możliwości budowania nowych budynków ferm w zależności od odległości od zabudowy mieszkalnej. Minimalna odległość miała zależeć od liczby zwierząt hodowanych na fermie:

- **dla budynków o wielkości obsady od 210 DJP⁸ do 500 DJP minimalna odległość od zabudowy mieszkalnej byłaby równa wartości DJP, czyli np.:**

obiekt o obsadzie 100 000 kur (400 DJP) musiałby być oddalony od zabudowy mieszkalnej o 400 m;

- **dla obiektów większych niż 500 DJP minimalna odległość od zabudowy mieszkalnej byłaby równa 500 m, czyli np.:**

obiekt o obsadzie 5000 tuczników (700 DJP) musiałby być oddalony od zabudowy mieszkalnej o 500 m.

Przepisy te w założeniu nie miały odnosić się do już istniejących obiektów. Jak dotąd projekt nie został wprowadzony w życie.

Obecnie obowiązujące przepisy nakładają następujące obostrzenia mające na celu ograniczenie uciążliwości zapachowej:

- budynki inwentarskie powinny być sytuowane w odległości co najmniej **8 metrów od budynków mieszkalnych,**
- obowiązuje nakaz stosowania szpaleru roślinności średnio- i wysokopiennej pomiędzy budynkami mieszkalnymi i inwentarskimi,
- konieczne jest przechowywanie zwierzęcych odchodów płynnych w szczelnych, zamkniętych pojemnikach.

⁸ DJP (duża jednostka przeliczeniowa) – umowna jednostka liczebności zwierząt hodowlanych w gospodarstwie. 1 DJP równa jest np. 1 krowie o wadze 500 kg, 0,004 kury bądź 0,14 tuczniaka.

Proponowane rozwiązania

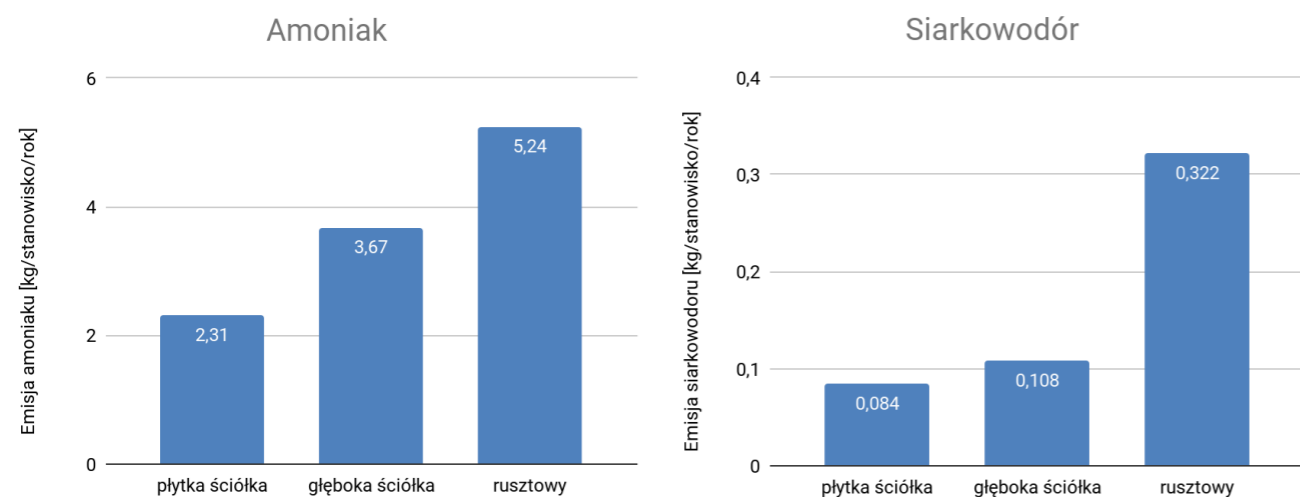
W Polsce nie funkcjonują przepisy prawne ustanawiające dopuszczalne wartości emisji odorów jako mieszaniny dla rolnictwa. Jednak przedsiębiorcy prowadzący działalność rolniczą w Polsce, jako państwie członkowskim UE, powinni stosować się do zaleceń zawartych w konkluzjach BAT (ang. *best available technology* – najlepsze możliwe techniki) dla intensywnego chowu drobiu i świń. Dokument przedstawia zasady dla wielkoprzemysłowego chowu, m.in. w zakresie gromadzenia i przechowywania obornika oraz dopuszczalnych poziomów emisji odorantów (Decyzja Wykonawcza Komisji (UE) 2017/302).

Konkluzje BAT wskazują na **obowiązek monitorowania emisji odorantów**. W celu zapobiegania wydzielaniu odorów i ich skutkom dokument **zaleca dla nowopowstających obiektów zapewnienie odpowiedniej odległości** między gospodarstwami a obiektami wrażliwymi bądź zastosowanie jednego lub kombinacji innych środków zaradczych, m.in.:

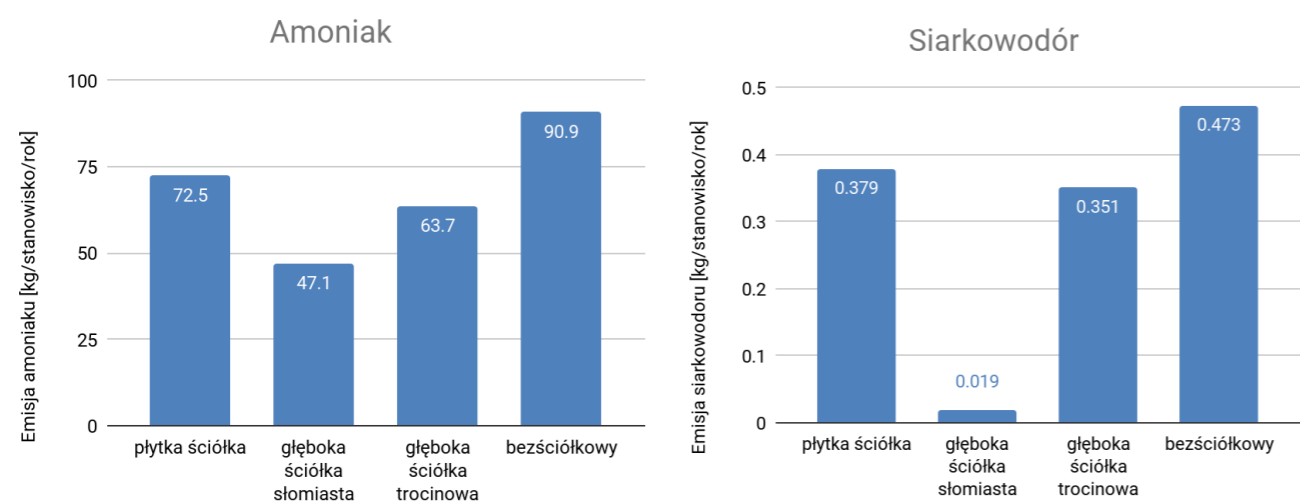
- stosowanie systemów oczyszczania powietrza,
- wprowadzenie specjalnych zaleceń w utrzymywaniu zwierząt i powierzchni, m.in. utrzymywanie zwierząt i powierzchni w stanie czystym i suchym oraz utrzymywanie ściółki w stanie suchym i w warunkach tlenowych,
- ograniczanie powierzchni obornika uwalniającej emisję lub częste przerzucanie obornika do zewnętrznego przykrytego zbiornika,
- obniżenie temperatury obornika oraz pomieszczeń,
- zmniejszenie przepływu powietrza nad powierzchnią obornika i jego prędkości.

W utrzymywaniu suchości ściółki pomaga m.in. instalacja smoczków ograniczających wycieki wody (Elwinger, Svensson, 1996), instalacja ogrzewania podłogowego, a także stosowanie preparatów odkażających ściółkę i wiążących amoniak (Korczyński *et al.*, 2010). Prowadzone są również badania nad naturalnymi dodatkami do ściółki, które mogą znacząco ograniczyć emisję zarówno amoniaku, jak i siarkowodoru. Jednym z nich są liście herbaty (Tan *et al.*, 2019).

Wydzielanie odorów może być ograniczane również przez odpowiedni udział słomy w ściółce. Słoma cechuje się dużym napowietrzeniem i udziałem procesów tlenowych. Najniższe wartości emisji odorów w hodowli tuczników odnotowuje się przy zastosowaniu płytkiej ściółki, a w przypadku krów – głębokiej ściółki słomistej (Herbut *et al.*, 2010) **(Rys. 5 i 6)**.



Rys. 5. Emisje amoniaku i siarkowodoru w hodowli trzody chlewnej w zależności od systemu utrzymania zwierząt



Rys. 6. Emisje amoniaku i siarkowodoru w hodowli krów w zależności od systemu utrzymania zwierząt

Przechowywanie gnojowicy w otwartych lagunach lub stosowanie obornika na polach powoduje, że miejscowa ludność cierpi z powodu nieprzyjemnego, specyficznego zapachu (Marcinkiewicz, Kolomiets, 2015). Zmniejszenie emisji odorów i ich rozprzestrzeniania się może być osiągnięte z wykorzystaniem metod wymienionych w **Tab.2.**

Technika	Skuteczność [%]
zwiększenie wysokości ścian zbiornika do przechowywania odchodów zwierzęcych lub zmniejszenie jego średnicy	20 - 50
zamontowanie zadaszenia	80
zastosowanie pływającej pokrywy z tworzywa sztucznego	60
zastosowanie keramzytu izolacyjnego	40
formowanie się naturalnej skorupy	30 - 50

Tab. 2. Skuteczność technik zmniejszających emisje amoniaku ze zbiorników na gnojowicę (Webb, 2005)

Gnojowica bydlęca zwykle tworzy naturalną skorupę. W celu uniknięcia uszkodzenia skorupy zbiorniki muszą być napełniane odchodami od dołu. W miarę możliwości należy unikać częstego mieszania i opróżniania, ponieważ czynności te zwiększają emisję amoniaku z gnojowicy. Emisję tę można ograniczyć również na etapie nawożenia pola gnojowicą i obornikiem, na przykład stosując aplikację doglebową (Webb et al., 2005).

Podsumowanie

Przemysłowa hodowla zwierząt bezsprzecznie jest przyczyną emisji związków o charakterze zapachowym. Mieszanki odorów oraz pojedyncze składniki występujące w powietrzu i otoczeniu mogą wśród osób zamieszkujących tereny w pobliżu obiektów hodowlanych wywoływać znaczący dyskomfort, a w niektórych przypadkach – przy wysokich stężeniach związków chemicznych, szczególnie długim czasie ekspozycji lub częstym narażeniu – mogą prowadzić do dolegliwości chorobowych. Szczególnie narażone są osoby z grup wysokiego ryzyka, np. osoby starsze i dzieci.

W związku z powyższym monitoring i kontrola odorów w odniesieniu do określonych standardów, stosowanie dobrych praktyk oraz środków zapobiegawczych minimalizujących ryzyko powstawania emisji związków zapachowo czynnych są działaniami kluczowymi dla ochrony zdrowia publicznego.

Bibliografia

Czurejno M., Składowiska odpadów komunalnych źródłem emisji odorantów, „Przegląd Komunalny” 2005, nr 11, s. 108–110.

Decyzja Wykonawcza Komisji (UE) 2017/302 z dnia 15 lutego 2017 r. ustanawiająca konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do intensywnego chowu drobiu lub świń zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE.

Державна служба статистики України (Państwowy Urząd Statystyczny Ukrainy) (2020), Rocznik Statystyczny „Ukraińskie Rolnictwo” 2019, Kijów.

Elwinger K., Svensson L., Effect of dietary protein content, litter and drinker type on ammonia emission from broiler houses, „Journal of Agricultural Engineering Research” 1996, nr 64, s. 197–208.

Environmental Protection Agency, Odour Impacts and Odour Emission Control Measures for Intensive Agriculture. Final Report, „R&D Report Series” 2001, nr 14.

European Environment Agency, EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019 – Technical Guidance to Prepare National Emission Inventories, „EEA Report” 2019, nr 13.

Grzelka A., Sówka I., Miller U., Metody oceny emisji odorów z obiektów gospodarki hodowlanej, „Inżynieria Ekologiczna” 2018, nr 19(2), s. 56–64.

GUS, Rachunki ekonomiczne środowiska – załącznik 1 rachunki emisji do powietrza, Warszawa 2017 [ostatni dostęp online 01.03.2021: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/srodowisko/rachunki-ekonomiczne-srodowiska,7,2.html>].

Herbut E., Waczak J., Krawczyk W., Szewczyk A., Pajak T., Badania emisji odorantów z utrzymania zwierząt gospodarskich, [w:] Szykowska M. I., Zwoździak J. et al. (red.), Współczesna problematyka odorów, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2010, s. 1–12.

Korczyński M., Opaliński S., Kołacz R., Dobrzański Z., Gbiorek W., Szołtysik M., Chemiczne i biotechnologiczne preparaty do ściółki, pomiotu i gnojowicy ograniczające emisję odorów i gazów toksycznych „u źródła”, [w:] Szykowska M. I., Zwoździak J. et al. (red.), Współczesna problematyka odorów, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2010, s. 452–478.

Marcinkiewicz V., Kolomiets N., Narodowe Centrum Ekologiczne Ukrainy. Gospodarka odpadami hodowlanymi: zalety technologii fermentacji beztlenowej, Kijów 2015 [ostatni dostęp online 01.03.2021: https://necu.org.ua/wp-content/uploads/Biogaz_A4_web-2.pdf].

Michalak A., Krzeszowiak J., Pawlas K., Czy ekspozycja na nieprzyjemne zapachy (odory) szkodzi zdrowiu człowieka?, „Medycyna Środowiskowa - Environmental Medicine” 2014, nr 17(4), s. 76–81.

Ministerstwo Klimatu, Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 1990–2018, Warszawa 2020.

Mitloehner F. M., Schenker M. B., Environmental Exposure and Health Effects From Concentrated Animal Feeding Operations, „Epidemiology” 2007, nr 18(3), s. 309–311.

O'Neill D. H., Phillips V. R., A review of the control of odour nuisance from livestock buildings: Part 3, properties of the odorous substances which have been identified in livestock wastes or in the air around them, „Journal of Agricultural Engineering Research” 1992, nr 53, s. 23–50.

Pinchuk V. O., Borodai V. P., Efficiency of nitrogen use in industrial livestock of Ukraine, „Agroecological Journal” 2019, nr 4.

Pohl H. R., Citra M., Abadin H. A., Szadkowska-Stańczyk I., Kozajda A., Ingerman L., Nguyen A., Murray H. E., Modeling emissions from CAFO poultry farms in Poland and evaluating potential risk to surrounding populations, „Regulatory Toxicology and Pharmacology” 2017, nr 84, s. 18–25.

Annotated report of research work on scientific and hygienic support of the object „Construction of a pig farm No 11JV LLC” Niva Pereyaslavshchyna, „within the administrative boundaries of Gostrolutsk village council of Baryshiv district of Kyiv region (outside the settlement)” in terms of determining the carcinogenic and non-carcinogenic risks to public health, National Academy of Medical Sciences of Ukraine. State institution „Institute of Public Health” 2019. OM Marzeeva.

Ritz C. W., Fairchild B. D., Lacy M. P., Implications of ammonia production and emissions from commercial poultry facilities: A review, „Journal of applied poultry research” 2004, nr 13(4), s. 684–692.

Saba I., Nowakiewicz-Dębek B., Zarębska A., Bis-Wencel H., Wnuk W., Zanieczyszczenia powietrza alkoholami, aldehydami i ketonami przez fermę bydła, „Rocznik Nauk Zootechnicznych” 2003, nr 30, s. 381–388.

Schulze A., Römmelt H., Ehrenstein V., van Strien R., Praml G., Küchenhoff H. et al., Effects on pulmonary health of neighboring residents of concentrated animal feeding operations: exposure assessed using optimized estimation technique, „Archives of environmental & occupational health” 2011, nr 66(3), s. 146–154.

Sówka I., Grzelka A., Miller U., Bydgoszcz: Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Bydgoszczy. Chów i hodowla zwierząt jako źródło emisji zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego. [w:] Środowiskowe uwarunkowania realizacji przedsięwzięć w krajobrazie rolniczym województwa kujawsko-pomorskiego / Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2020, s. 55–67.

Steinheider B., Environmental Odours and Somatic Complaints, „Zentralbl Hyg Umweltmed” 1999, nr 202(2-4), s. 101–19.

Tan H. Q., Li M., Jie D. F., Zhou Y. F., Li X. A., Effects of different litters on ammonia emissions from chicken manure, „International Journal of Agricultural and Biological Engineering” 2019, nr 12(4), s. 27–33.

Úbeda S. Y., Amparo López-Jiménez P., Nicolas, J., Calvet S., Strategies to control odours in livestock facilities: a critical review, „Spanish Journal of Agricultural Research” 2013, nr 11(4), s. 1004–1015.

Webb J., Menzi H., Pain B. F., Misselbrook T. H., Dämmgen U., Hendriks H., Döhler H., Managing ammonia emissions from livestock production in Europe, „Environmental pollution” 2005, nr 135(3), s. 399–406.

Rozdział powstał na podstawie artykułu:

Sówka I., Grzelka A., Bezyk Y., Miller U., Wroniszewska A., Merenda B., Intensive Animal Farming Operations – a Preliminary Analysis of a Number of Farm Animals, Ammonia Emission Values Variability and Methods of Reducing Odor Emissions and Assessing Health Impact Taking into Account Possible Solutions in Poland and Ukraine, „Rocznik Ochrona Środowiska” 2021, nr 23, s. 764–794.

Światowa Organizacja Zdrowia (WHO), Organizacja Narodów Zjednoczonych ds. Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) oraz Światowa Organizacja Zdrowia Zwierząt (OIE) definiują **choroby odzwierzęce (zoonozy) jako choroby, które w normalnych warunkach mogą przenosić się z kręgowców na ludzi (Hallaj 2010)**. W przypadku zoonoz zwierzęta mogą być zarówno rezerwuarem⁹ choroby, jak i stanowić pewną część ścieżki prowadzącej do zakażenia człowieka. **Z całkowitej liczby patogenów (takich jak bakterie i wirusy) 61% stanowią te mogące wywoływać choroby odzwierzęce (Taylor et al., 2001)**.

Patogenami chorób odzwierzęcych, których źródłem jest skażona żywność, są prawie zawsze mikroorganizmy wchodzące w skład mikrobioty¹⁰ kałowej zwierząt gospodarskich (*Campylobacter*, *Salmonella*, *E. coli*) lub saprofity, powszechnie występujące na fermach (*Listeria*). Patogenne szczepy tych bakterii mogą zanieczyszczać surowce i żywność odzwierzęcą lub środowisko (wodę), wywołując ogniska zakażeń pokarmowych u ludzi. **Zwierzęta często są jedynie nosicielami tych bakterii i nie wykazują żadnych objawów choroby.**

Istota takich chorób polega na tym, że sama **obecność patogenu w organizmie zwierzęcia jest warunkiem koniecznym, ale niewystarczającym do rozwoju choroby (Lytvyn et al., 2002)**. Wystarczający zestaw czynników do rozwoju zakażenia wiąże się bezpośrednio ze specyfiką przemysłowego chowu zwierząt:

- koncentracja dużej liczby zwierząt w jednym gospodarstwie,
- standaryzowane żywienie,
- ograniczone terytorium,
- kontakt zwierząt hodowlanych z procesami technologicznymi i personelem,
- nastawienie na osiągnięcie najwyższej możliwej wydajności.

Czynnikami sprzyjającymi rozprzestrzenianiu się chorób są:

- nieodpowiednie warunki higieniczne obniżające odporność zwierząt,
- nadmierne zanieczyszczenie mikrobiologiczne w środowisku gospodarstw,
- długotrwałe błędy w żywieniu dotyczące całego stada,
- mieszanie grup wiekowych,
- wprowadzanie nowych zwierząt bez kwarantanny,
- bliski kontakt różnych gatunków zwierząt,
- niekontrolowane, powszechne stosowanie antybiotyków.

⁹ Rezerwuuar – elementy przyrody ożywionej i nieożywionej zakażone/skażone patogenami, z których istnieje możliwość przeniesienia tych patogenów na ludzi i/lub zwierzęta. Rezerwuuar jest dla danego patogenu środowiskiem, w którym się namnaża. Przykładowo rezerwuarem dla pałeczek dżumy są szczury.

¹⁰ Mikrobiota – wszystkie drobnoustroje, czyli bakterie, grzyby, wirusy i archeony zasiedlające organizm.

Wystąpienie ognisk bakteryjnych chorób odzwierzęcych na fermach przemysłowych jest wysoce prawdopodobne, biorąc pod uwagę obecność patogenów, specyfikę intensywnej hodowli oraz stosunkowo niską odporność zwierząt hodowlanych. Dlatego też farmy przemysłowe, zwiększając ryzyko przedostania się patogenu do produktów pochodzenia zwierzęcego oraz do środowiska, są ważnym potencjalnym źródłem bakteryjnych chorób odzwierzęcych dla ludzi.

Bakteryjne choroby odzwierzęce są przenoszone ze zwierząt na ludzi poprzez bezpośredni kontakt lub skażone produkty. W kontekście zdrowia publicznego najistotniejsze jest przenoszenie czynników zakaźnych przez żywność oraz zatrucia pokarmowe toksynami bakteryjnymi. Głównymi produktami pochodzenia zwierzęcego, które niosą za sobą ryzyko wystąpienia chorób odzwierzęcych, są:

- surowe mięso,
- mleko i jaja,
- przetworzone produkty pochodzenia zwierzęcego, takie jak kiełbasy i sery (Morwal, 2017; Cutler, 2015).

Bakterie chorobotwórcze często zanieczyszczają żywność w ubojniach i zakładach przetwórczych (Malysh, Chemych, 2014). Skażenia żywności pochodzenia zwierzęcego w tych miejscach związane są głównie z naruszeniem norm sanitarnych (Kasianenko, Gusjev, 2019). Może to prowadzić do zanieczyszczenia bakteriami patogennymi dużych ilości jeszcze nieprzetworzonych produktów pochodzenia zwierzęcego.

Bakterie wywołujące zoonozy przenoszone drogą pokarmową mogą w niewielkim stopniu krążyć w populacjach ludzkich i rozprzestrzeniać się m.in. między członkami rodziny lub w większych grupach ludzi, w tym przenikać do żywności i wywoływać ogniska epidemiczne. Nie jest to najprawdopodobniej jednak zjawisko powszechne, zważywszy na bardzo małą liczbę utajonych nosicieli i brak warunków do kontaktu osób zakażonych z żywnością (Bakhariev, Nakonechnyi, 2019).

W 2018 r. w większości krajów europejskich głównymi bakteryjnymi chorobami odzwierzęcymi były **kampylobakterioza, salmonelloza, kolibakterioza wywołana przez wirotyp *Escherichia coli* produkujący toksynę Shiga (STEC), jersinioza oraz listerioza (EFSA, 2019).**

W Ukrainie statystyki dotyczące tych chorób, udostępniane przez właściwe organy państwowe na zasadzie otwartego dostępu, są ograniczone i niespójne (**Tab. 1**).

Zoonoza	Zachorowalność wśród ludzi (liczba przypadków)		
	przez 11 miesięcy 2018 r.	przez 11 miesięcy 2019 r.	przez 11 miesięcy 2020 r.
Kampylobakterioza (<i>Campylobacter</i> spp.)	136	146	138
Salmonelloza (<i>Salmonella</i> spp.)	7452	8150	3621
Listerioza (<i>Listeria</i> spp.)	2	2	1

Tab. 1. Zachorowalność ludzi i zwierząt na główne bakteryjne choroby odzwierzęce w Ukrainie w latach 2018–2020 (według oficjalnych statystyk)

Kampylobakterioza

Kampylobakteriozę wywołują bakterie z rodzaju *Campylobacter*, naturalnie bytujące w przewodzie pokarmowym wielu zwierząt, zwłaszcza drobiu. **Największe znaczenie w występowaniu kampylobakteriozy mają gatunki *Campylobacter jejuni* i *Campylobacter coli* (Facciola, Riso, 2017; Chlebicz, Ślizewska, 2018).**

W krajach europejskich **kampylobakterioza jest najczęstszą przyczyną zakaźnego zapalenia żołądka i jelit.** W 2018 r. w UE udokumentowano 246 571 przypadków kampylobakteriozy u ludzi (64,1 przypadku w przeliczeniu na 100 000 osób). **99,6% ognisk kampylobakteriozy było pochodzenia pokarmowego** i wynikało ze spożycia skażonego mleka krowiego lub mięsa brojlerów (EFSA, 2019).

W Ukrainie średnia zapadalność na kampylobakteriozę w latach 2018–2020 wynosiła według statystyk **zaledwie 0,32–0,35 w przeliczeniu na 100 000 osób.** Tak znaczącą różnicę w zapadalności na kampylobakteriozę u ludzi **należy przypisać niedoskonałej diagnostyce choroby w Ukrainie (Kyryk, 2012a; Kyryk, 2016; Pinchuk, Pustovit, 2018).**

W latach 2000–2009, spośród 50–60 tys. przypadków biegunek zakaźnych wykrywanych rocznie u dzieci w Ukrainie, kampylobakteriozę zdiagnozowano w:

- 1% przypadków w 2000 roku,
- 3% w 2005 roku,
- aż do 5% w 2009 roku (Andrukh, 2015; Tarasenko et al., 2011).

Badania epidemiologiczne z 2013 roku wykazały, że odsetek chorych z kampylobakteriozą wśród 26 707 pacjentów z ostrymi zakażeniami jelitowymi wynosił 1,9% (Kyryk, 2013).

Istotne znaczenie epidemiologiczne w szerzeniu się kampylobakteriozy u ludzi ma skażenie bakteriami *Campylobacter* ubitych kurcząt, kaczek, świń, bydła, a także obiektów środowiskowych: ścieków z ferm drobiu, zakładów przetwórstwa mięsnego oraz zbiorników wodnych, do których częściowo odprowadzane są ścieki (Kyryk, 2012b).

W 79,1% przypadków do transmisji dochodzi przez żywność (mięso, jaja, mleko), a w 20,9% przypadków – przez wodę (Kyryk, 2012b).

Kurczęta są wymieniane jako główne źródło zakażenia w ogniskach kampylobakteriozy u ludzi w Ukrainie (38,2%) (Kyryk, 2012b). Bakterie *Campylobacter* spp. kolonizują przewód pokarmowy kurcząt w ciągu pierwszych dwóch tygodni życia i – nie powodując żadnych objawów – aż do uboju są w dużych ilościach uwalniane z kałem do środowiska. Regularne badania kurcząt w dwóch obwodach Ukrainy w 2012 roku wykazały, że:

- stopień skażenia *Campylobacter* spp. kurcząt poddanych ubojowi wahał się od 28% do 33,7%,
- zanieczyszczenie tuszek kurcząt bakteriami *Campylobacter* spp. było na poziomie 18,2%–20%,
- *Campylobacter* spp. stwierdzono w 20% próbek obornika kurzego (Kyryk, 2012).

W jednym z badań wykrywalność *Campylobacter* spp. w ściekach po myciu klatek, w których drób był transportowany do rzeźni, wynosiła 4%–8% (Kasianenko et al., 2019). W innym badaniu, w którym badano ścieki z mycia tuszek, poziom wykrywalności *Campylobacter* spp. wynosił 4,5% (Rodionova, 2017).

Niewątpliwie znacząca ilość przypadków kampylobakteriozy u ludzi w Ukrainie pozostaje niezdiagnozowana, czego dowodzi powszechność występowania *Campylobacter* spp. u zwierząt gospodarskich (szczególnie kurcząt brojlerów) oraz liczba zgłoszonych przypadków u ludzi w porównaniu z krajami UE.

Salmonelloza

Salmonelloza jest chorobą zwierząt i ludzi o fekalno-oralnej drodze transmisji, objawiającą się zmianami chorobowymi w układzie pokarmowym wywołanymi przez patogenne szczepy *Salmonella* spp. Serotypy *S. Cholerasuis* i *S. Dublin* wywołują u ludzi biegunkę, natomiast serotypy *S. Typhimurium*, *S. Enteritidis*, *S. Newport* i *S. Heidelberg* częściej powodują zatrucia pokarmowe (Chlebicz, Ślizewska, 2018; Rukambile et al., 2019; Yakubchak, Kobysch, 2012).

Salmonelloza jest drugą, po kampylobakteriozie, wiodącą przyczyną zakażeń jelitowych w Unii Europejskiej i jedną z głównych przyczyn występowania ognisk zatruc pokarmowych.

- W 2018 r. w UE odnotowano 91 857 przypadków tej choroby u ludzi, a intensywność zachorowań wyniosła 20,1 przypadku w przeliczeniu na 100 000 osób.
- Najwyższy poziom próbek dodatnich dla *Salmonella* spp. zebrano z drobiu i innego surowego mięsa:
 - *S. Enteritidis* była najczęściej izolowana w przypadku ognisk zatruc pokarmowych wywołanych spożyciem jaj i przetworzonych produktów spożywczych,
 - *S. Infantis* występowała najczęściej w stadach drobiu o niekorzystnych warunkach bytowania; stanowiła 36,7% wszystkich izolatów, w tym 36,5% od żywego drobiu i 56,7% z mięsa brojlerów (EFSA, 2019).

Salmonelloza jest uważana za główną przyczynę zakaźnych biegunek i zatruc pokarmowych w Ukrainie.

- W latach 2018–2020 rejestrowano rocznie 3621–7452 takich przypadków (8,62–19,3 w przeliczeniu na 100 000 osób), tj. porównywalnie jak w Unii Europejskiej.
- **Ogólnie w latach 2014–2018 udział salmonellozy w strukturze ognisk ostrych zakażeń jelitowych w Ukrainie wahał się od 29,5% do 60,3% (Malysch, 2019).**

W 2018 i 2019 roku w Ukrainie potwierdzono odpowiednio pięć i sześć ognisk salmonellozy w gospodarstwach hodowlanych, a także odpowiednio 647 494 i 275 012 chorych zwierząt, **głównie drobiu.** Salmonelloza jest obecnie niezwykle powszechną chorobą wśród

zwierząt na fermach przemysłowych w Ukrainie. **Monitoring częstości występowania *Salmonella* spp. jest obowiązkowy i kontrolowany przez władze państwowe tylko w przypadku ferm drobiu.**

Większość ognisk salmonellozy łączy się z gastronomią publiczną lub imprezami okolicznościowymi (np. weselami), gdzie przygotowywano dużą liczbę potraw, prawdopodobnie z naruszeniem zasad sanitarnych (Malyshev, 2019).

Jako główne źródła zakażenia osoby dotknięte wymieniały spożywanie „wątpliwej” (pod względem jakości) żywności, w tym jaj i mięsa. W 89,6% przypadków ogniska były wywołane przez *S. Enteritidis* (Malyshev, 2019).

Ponieważ salmonellozy charakteryzują się sezonowością, pogorszenie sytuacji epidemicznej zaobserwowano w ciepłej porze roku, głównie w okresie lipiec–sierpień (Kozishkurt et al., 2019).

Głównymi źródłami nietyfusowej salmonellozy są produkty pochodzenia zwierzęcego – mięso, mleko i jaja. Bakterie *Salmonella* spp. u zwierząt są rzadko rozpoznawane z powodu bezobjawowej choroby wywołanej przez serotypy *Salmonella* adaptujące się do organizmu gospodarza. Dlatego też **przebieg epidemii salmonelloz u ludzi związany jest z dynamiką spożycia produktów pochodzenia zwierzęcego, a nie z dynamiką zachorowalności zwierząt (Galushko, 2014).**

Badania przeprowadzone na lokalnych targowiskach jednego z ukraińskich miast wykazały, że zanieczyszczonych odzwierzęcymi szczepami *Salmonella* było 11,1% tusz świńskich i 9,1% tusz bydlęcych (Brodovskiy, Kovbasenko, 2016).

W ostatnich latach dużym problemem jest rozprzestrzenianie się antybiotykoopornych szczepów *Salmonella* w ukraińskich gospodarstwach. Badanie z lat 1996–2005 wykazało najwyższą oporność *Salmonella* spp. na:

- sulfametizol (83,3%),
- kotrimoksazol (75,0%),
- kanamycynę (58,3%),
- tetracyklinę (50,0%) (Bubalo, 2013).

W latach 2006–2012 obserwowano rozwój oporności na:

- cefoksytynę (73,2%),
- ceftriakson (42,3%),
- tetracyklinę (31,5%) (Bubalo, 2013).

W latach 2016–2017 na fermach drobiu jednego z obwodów *Salmonella* wykazywała wysoką oporność na:

- amoksylicynę,
- klindamycynę,

- gentamycynę,
- doksycylinę,
- kolistynę (Klishchova, 2017).

Stale wzrasta odsetek szczepów antybiotykoopornych, zwłaszcza w przypadku antybiotyków β -laktamowych, aminoglikozydów, tetracykliny i polimyksyny (Arefiev et al., 2020; Chumachenko et al., 2019; Vyhovska, 2018); pojawiają się też szczepy wielooporne (Rublenko, Golovko, 2020).

Szczepy odporne na antybiotyki rozprzestrzeniają się w środowisku, czego dowodzi izolowanie opornych na makrolidy, benzylopenicylinę i tetracykliny bakterii *Salmonella* u dzikich ptaków. Stanowi to zagrożenie dla ekosystemów i może prowadzić do powstawania rezerwuarów opornych szczepów *Salmonella* (Rula et al., 2019).

Kolibakterioza

Escherichia coli jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych drobnoustrojów jelit zwierząt, w tym ptaków. Niektóre szczepy *E. coli* wywołują jednak zapalenia jelit i biegunki u zwierząt i ludzi (szczepy biegunkowe) (Malyshev, Chemych, 2014), inne mogą wywoływać choroby pozajelitowe u ludzi (Salmanov et al., 2019).

Powszechnie wymienia się pięć następujących grup biegunkowych szczepów *E. coli*:

- enterotoksynogenna *E. coli* (EPEC),
- enteropatogenna *E. coli* (EPEC),
- enteroagregacyjna *E. coli* (EAaggEC),
- enteroinwazyjna *E. coli* (EIEC) oraz
- *E. coli* produkująca toksynę Shiga (Vero) (STEC/VTEC) (Wasteson, 2001).

Powyższy podział opiera się m.in. o charakter objawów chorób, które wywołują.

Analiza obejmująca lata 2003–2013 wskazuje, że zapadalność na biegunkowe zakażenia *Escherichia coli* w Ukrainie może wahać się w przedziale **1,7–5,4 w przeliczeniu na 100 000 osób, przy czym dominują infekcje EIEC (enteroinwazyjna *E. coli*).** Biegunkowa kolibakterioza była spowodowana przez EIEC w **33,6% przypadków.**

Istnieje korelacja między ilością próbek mleka i produktów mlecznych niespełniających wskaźników sanitarno-bakteriologicznych a zachorowalnością na kolibakteriozę wywołaną przez EIEC (Malyshev, Chemych, 2014).

W latach 2004–2015 *E. coli* wykryto w 7,1% próbek materiału patologicznego pobranego od bydła, 7,3% od trzody chlewnej i 4,4% od drobiu. **Fermy stwarzają dogodne warunki do pasażu patogennych bakterii *E. coli*, co przyczynia się do rozprzestrzeniania się kolibakteriozy na terenie całego kraju wśród wszystkich gatunków zwierząt gospodarskich (Vasilyeva, 2016).**

Jednocześnie badania wykazały, że kolibakterioza stanowi **średnio 35,9% przypadków bakteryjnych chorób zakaźnych drobiu (Ivchenko et al., 2018). W przypadku świń było to 41,9% (Gorbatjuk et al., 2018; Zhovnir et al., 2019).** Czynnikiem sprzyjającym zwiększonemu występowaniu kolibakteriozy u prosiąt są m.in. wysoka obsada zwierząt oraz charakterystyka komercyjnego chowu trzody chlewnej (Skrypka, Zapeka, 2016).

Kolibakterioza ma charakter sezonowy, z największą częstością występowania od kwietnia do września (86,2% wszystkich zachorowań) i szczytem zachorowalności w sierpniu (20,0%) (Melnyk, Onyshchuk, 2015).

Problem antybiotykooporności *E. coli* został udowodniony badaniami (Borovyk, 2016). Antybiotykooporność szczepów *E. coli* wyizolowanych z powierzchni tusz świńskich w dwóch obwodach Ukrainy przejawiała się średnio w 34,7% izolatów w jednym regionie i 53,7% w drugim. Najczęściej oporność wykazywano dla ampicyliny. 32% izolatów było opornych na dwa lub więcej antybiotyków (Kasianchuk et al., 2018).

Chociaż znanych jest wiele szczepów *E. coli* o różnej patogenności dla zwierząt i ludzi, **głównym zagrożeniem dla zdrowia publicznego i ogólnie uznanym potencjałem zoonotycznym jest *Escherichia coli* produkująca toksynę Shiga (STEC)** (znana również jako werotoksyczna *E. coli* (VTEC)) (Wasteson, 2001). **W 2018 roku w UE potwierdzono 8 161 przypadków zakażenia bakterią *Escherichia coli* produkującą toksynę Shiga (STEC) u ludzi, co stanowi 2,28 przypadku w przeliczeniu na 100 000 osób. Większość ognisk epidemicznych związana była z żywnością skażoną *E. coli* (EFSA, 2018).**

Obecnie skonsolidowane dane dotyczące monitorowania kolibakteriozy u ludzi wywołanej przez STEC oraz monitorowania częstości występowania tych szczepów wśród zwierząt nie są publicznie dostępne w Ukrainie. Jednak od 2021 r. zaktualizowane przepisy wymagają rejestrowania przypadków chorób u ludzi wywołanych przez *Escherichia coli* i *Escherichia coli* STEC jako oddzielnych pozycji, a także gromadzenia i analizowania tych danych.

Listerioza

Czynnikiem wywołującym ludzką listeriozę jest bakteria – *L. monocytogenes*, która od lat 80. jest łączona z zatruciami pokarmowymi.

W 2018 roku na terenie UE:

- wykryto 2 549 przypadków listeriozy wśród ludzi, przy współczynniku zachorowalności 0,47 przypadku w przeliczeniu na 100 000 osób,
- współczynnik śmiertelności wyniósł 15,6%, **co czyni listeriozę jedną z najpoważniejszych chorób przenoszonych drogą pokarmową (EFSA, 2018).**

Listerioza u ludzi jest uważana za poważne zagrożenie dla zdrowia publicznego ze względu na ryzyko ciężkiego zapalenia opon mózgowych oraz wysoką śmiertelność (Pikul et al., 2011).

W Ukrainie **rocznie rejestruje się od 1 do 2 przypadków listeriozy**, natomiast dane o zachorowaniach zwierząt nie są oficjalnie gromadzone. Listerioza jest też rzadko omawiana w badaniach z dziedziny medycyny i weterynarii (Randiuk et al., 2013).

W krajach Unii Europejskiej zwierzęta chore na listeriozę są czynnikiem etiologicznym listeriozy u ludzi w 4% przypadków, a surowce pozyskane od chorych zwierząt są przyczyną skażenia żywności drobnoustrojami chorobotwórczymi w **38% przypadków. W 45% przypadków zachorowań u ludzi źródłem patogenu była żywność (Machuskiy, Kovtun, 2014).**

Listerioza charakteryzuje się wieloma źródłami zakażenia, różnorodnością dróg szerzenia się, polimorfizmem objawów klinicznych oraz wysoką śmiertelnością. W związku z tym **można bezpośrednio wskazać na podstawową różnicę pomiędzy tym zakażeniem a innymi pokarmowymi chorobami odzwierzęcymi – listerioza (jak każda saproozooza) jest równie niebezpieczna dla zwierząt, jak i dla ludzi.**

W latach 2011–2015 na fermach w jednym z obwodów Ukrainy najwyższą częstość występowania listeriozy stwierdzono wśród małych przeżuwaczy – od 50% potwierdzonych dodatnich rozpoznań w 2011 r. do 66,7% w 2015 r. W innym regionie udokumentowano tendencję wzrostową występowania listeriozy u bydła: z 11,1% potwierdzonych dodatnich wyników w 2011 roku wartości te wzrosły do 18,2% w 2015 roku, a u świń odpowiednio z 13,2% wykrytych w 2011 roku do 14,3% w 2014 roku (Uhovska et al., 2017).

Diagnozowanie laboratoryjne *Listeria* spp. jest niedoskonałe, ponieważ obecność innej mikroflory oraz specyficzne warunki hodowli patogenu sprawiają, że wykrycie go w żywności jest utrudnione (Borovik, Zazharska, 2019).

W przypadku listeriozy istotny pozostaje również problem oporności patogenów na środki przeciwdrobnoustrojowe. Stwierdzono, że izolaty terenowe wykazują większe spektrum antybiotykooporności niż szczepy referencyjne oraz że oporność jest zróżnicowana pomiędzy różnymi izolatami terenowymi (Vygovska, 2018a; Vygovska, 2018b).

Podsumowanie i rozwiązania

Większość zakażeń udokumentowanych w Ukrainie to przypadki salmonellozy u ludzi i zwierząt. Pomimo doniesień o znacznym rozpowszechnieniu kamylobakteriozy, kolibakteriozy i listeriozy w gospodarstwach hodowlanych ich związek z powstawaniem ognisk chorób odzwierzęcych przenoszonych przez żywność u ludzi pozostaje słabo poznany. System nadzoru nad bakteryjnymi chorobami odzwierzęcymi przenoszonymi przez żywność w Ukrainie musi zostać ulepszony, biorąc pod uwagę podejście oparte na „Jednym Zdrowiu”¹¹.

¹¹ „Jedno Zdrowie” – strategia łącząca działalność naukową i praktyczną z zakresu ochrony zdrowia ludzi i zwierząt oraz ochrony środowiska.

Zakażeniem podlegającym największej kontroli w Ukrainie wydaje się być ptasia salmonelloza. W ostatnich latach wprowadzono specjalne programy państwowe mające na celu kontrolę salmonellozy na fermach drobiu, a obecnie takie rozwiązania są zawarte w ustawodawstwie krajowym. Jednocześnie rola świń i bydła w powstawaniu ognisk salmonellozy w populacji ludzkiej nie została wystarczająco zbadana (Kyryk, 2013).

Rozwiązania, które mogłyby poprawić sytuację w zakresie bakteryjnych chorób odzwierzęcych w Ukrainie obejmują:

- **Poprawę monitorowania epidemiologicznego, epizootologicznego, środowiskowego, mikrobiologicznego, serologicznego i molekularno-genetycznego** dla kampylobakteriozy, kolibakteriozy i listeriozy. Należy także usprawnić system monitorowania i zapobiegania zakażeniom Shigatoksynicznymi szczepami *E. coli* (STEC) wśród ludzi i zwierząt.
- **Zrównoważenie medycznych i medyczo-weterynaryjnych systemów nadzoru nad bakteryjnymi chorobami odzwierzęcymi.**
- **Kontrolę ferm przemysłowych** pod kątem wertykalnej transmisji patogenu, sezonowości zachorowań, personelu fermy, skażenia paszy i wody, dzikich zwierząt (w tym gryzoni), owadów i ptaków synantropijnych, zwierząt gospodarskich, skażenia terenu ferm drobiu, obsady zwierząt, zanieczyszczenia powietrza i obecności nosicieli bakterii w kurnikach, liczby kurników na fermie oraz stanu zdrowia drobiu (Kasianenko, Gusjev, 2019).
- **Gruntowne zbadanie roli świń i bydła w procesie powstawania ognisk salmonellozy u ludzi (Kyryk, 2013).**
- **Przestrzeganie norm czystości i norm sanitarnych** w rzeźniach i zakładach przetwórczych, głównie poprzez skuteczne stosowanie konwencjonalnych środków dezynfekcyjnych (Kasianenko, Fotina, 2010; Pustovit, Pinchuk, 2017).
- **Chemiczne lub fizyczne metody redukcji skażenia.** Ograniczanie zanieczyszczeń tuszek drobiowych poprzez poddawanie ich działaniu roztworów o łagodnym odczynie kwaśnym, gorącej wody lub pary wodnej, zamrożeniu na kilka dni lub tygodni (np. liczba żywotnych *Campylobacter* zmniejsza się, gdy mięso jest zamrożone: 2,5 raza po 30 dniach i 11,8 raza po 60 dniach) lub natychmiastowemu zamrażaniu w celu utworzenia szklistej warstwy lodu (Kasianenko, 2009; Kasianenko, Gusjev, 2019). Niezbędne jest również zachowanie właściwej obróbki termicznej podczas kulinarnego przetwarzania mięsa (Kasianenko, Gusjev, 2019).

Potencjalna rola ferm przemysłowych w rozprzestrzenianiu bakteryjnych chorób odzwierzęcych może być więc określona jako znacząca i powinna podlegać dalszym badaniom.

Bibliografia:

Andrukh V. S., Hostri gastroenteryty v ditei: Shcho novoho [Acute gastroenteritis in children: What's new], „Praktykuyuchyj Likar” 2015, nr 2, s. 36–37.

Arefiev V., Kovalenko G., Frant M., Chumachenko T., Polyvianna Y., Pivnenko S., Drown D. M., Complete genome sequence of *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Kottbus strain Kharkiv, isolated from a commercial pork production facility in Ukraine, „Microbiology Resource Announcements” 2020, nr 9(49), s. 7–9.

Baharev Y., Nakonechno I., Ekoloho-epidemichni aspekty zoohennykh rezervuariv i dzherel salmonel u Pivnichno-Zakhidnomu Prychornomorji [Ecological and epidemic aspects of zoonotic reservoirs and salmonella sources in the Northwest Black Sea region], „Logos” 2019, nr 7, s. 50–58.

Borovyk I. V., Zazharska N. M., Osoblyvosti laboratornoji diahnostyky *Listeria* spp. [Particularities of laboratory diagnostics of *Listeria* spp.], „Theoretical and Applied Veterinary Medicine” 2019, nr 7(4), s. 236–244.

Borovyk I. V., Monitoryng chutlyvosti mikroorhanizmiv do antybakterialnykh preparativ u Dnipropetrovskii regioni [Monitoring of the sensitivity of microorganisms to antibacterial drugs in Dnipropetrovsk region], „Problemy zoonzhenerii ta veterynarnoi medytsyny” 2016, nr 33 (2), s. 79–82.

Brodovskiy V. A., Kovbasenko V. M. (2016), Obsimeninnia salmonelamy yalovychyny i svynyny, yaki nadkhodiat v realizatsiiu z prysadybnykh i fermerskykh gospodarstv [Salmonella contamination of beef and pork which occur in gardens and farms], „Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Series Veterinary Sciences” 2016, vol. 18, nr 3(71), s. 15–18.

Bubalo V. O., Sensitivity to antibiotics among strains of *Salmonella* current, which circulates in the past 10 years in Ukraine, „The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series Medicine” 2015, nr 26(1090), s. 9–16.

Chlebicz A., Śliżewska K., Campylobacteriosis, Salmonellosis, Yersiniosis, and Listeriosis as Zoonotic Foodborne Diseases: A Review, „International Journal of Environmental Research and Public Health” 2018, vol. 15, nr 5, s. 863.

Chumachenko T., Karlova T., Pivnenko S. al eds., Prevalence of antimicrobial resistance in *Salmonella* spp. strains isolated from human in Kharkiv Region, Ukraine, „International Journal of Infectious Diseases” 2019, vol. 79, nr 2019, s. 45.

Cutler S. J., Bacterial Zoonoses: An Overview, „Molecular Medical Microbiology” 2015, vol.3, s. 1771–1780.

European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control (EFSA and ECDC), The European Union one health 2018 zoonoses report, „EFSA Journal” 2019, s. 17(12).

Facciola A., Riso R., Avventuroso E. et al., Campylobacter: from microbiology to prevention, „Journal of preventive medicine and hygiene” 2017, vol. 58, nr 2, s. 79–92.

Galushko A. V., Osoblyvosti epidemichnoho protsesu netyfoidnykh salmoneloziv v Ukraini: Aktualni

pytannia teoretychnoi ta praktychnoi medytsyny, w: Zbirnyk tez dopovidei II Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv ta molodykh vchenykh, 2014, nr 14. s. 231–232.

Gorbatjuk O. I., Uhovska T. M., Tiutiun S. M. et al., Bakteriologichniy monitorynh infektsiinykh zakhvoriuvan svynei ta zasoby yikh spetsyfichnoi profilaktyky, „Veterynarna biotekhnolohiia” 2018, vol. 33, s. 3–15.

Hallaj Z., Global trends in emerging zoonoses, „International Journal of Antimicrobial Agents” 2010, vol. 36, s. S1–S2.

Ivchenko V. M., Papchenko I. V., Levkivska N. D. et al., Kolibakterioz kurchat ta zakhody profilaktyky, „Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies” 2018, vol. 20, nr 88, s. 89–93.

Kasianchuk V. V., Berhilevych O. M., Kusturov V. B. et al., Rezystentnist izoliativ Escherichia coli, vydilenykh z poverkhni tush svynei do antybakterialnykh preparativ, „Veterynarna biotekhnolohiia” 2018, vol. 32, nr 2, s. 219–229.

Kasianenko O. I., Vplyv oholodzhennia ta zamorozhuvannia mjasa na stijkist' zbudnyka kampilobakteriozu, „Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies: Series Veterinary Sciences” 2009, vol. 41, s. 80–83.

Kasianenko O. I., Fotina T. I., Chutlyvist' mikroorganizmiv Campylobacter spp. do dezinfektantiv, „Veterinary Medicine” 2010, vol. 93, s. 197–201.

Kasianenko O. I., Gusjev V. O., Znezarazhennja m'jasa ptyci za kontaminacii Campylobacter spp., „The Animal Biology” 2018, vol. 20, nr 4, s. 109.

Kasianenko O. I., Gusjev V. O., Sposoby znyzhennja rivnja bakterial'noji kontaminacii tushok ptyci, „Bulletin of Sumy National Agrarian University: Veterinary Medicine Series” 2019, vol. 46, s. 41–47.

Kasianenko O. I., Gusiev V. O., Kasianenko S., et al., Vyznachennia rivnia infikovannia zabiinoi ptysi mikroorganizmamy Campylobacter spp., „Veterynarna biotekhnolohiia” 2019, vol. 34, s. 59–66.

Klishchova Z. Y., Vyznachennia rezystentnosti vydilenykh zbudnykiv salmonelozu ta esherykhiozu f70do antybakterialnykh preparativ, „Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu, seria „Veterynarna medytsyna” 2017, vol. 1, nr 40, s. 91–95.

Kozishkurt O. V., Holubiatnykov M. I., Doan S. I., ta in., Kyshkovi infektsii bakterialnoi pryrody: epidemichna sytuatsiia na pivdni Ukrainy „Visnyk morskoi medytsyny” 2019, vol. 85, nr 4, s. 79–89.

Kyryk D. L., Biologichni vlastyvoli bakterii rodu Campylobacter ta yikh vplyv na epidemichniy protses kampilobakteriozu, „Profilaktychna medytsyna” 2012a, vol. 3–4, nr 19, s. 82–88.

Kyryk D. L., Kharakterystyka epidemichnoho protsesu kampilobakteriozu ta epidemiologichne markuvannia shtamiv kampilobakterii riznoho pokhodzhennia, „Ukrainskyi medychnyi chasopys” 2012b, nr 3, s. 100–103.

Kyryk D. L., Kliniko-epidemiologichni osoblyvosti kampilobakteriozu v Ukraini, „Ukrainskyi medychnyi chasopys” 2013, vol. 95, nr 3, s. 162–164.

Kyryk D. L., Mikrobiologichna diahnozyka kampilobakterioznoi infektsii, „Medychna osvita” 2016, vol. 26, s. 579–587.

Lytvyn V. P., Oliinyk L. V., Kornienko L. Ie et al., Faktorni khvoroby silskohospodarskykh tvaryn, Bila Tserkva: Bilotserkivskiyi NAU 2002.

Machuskyi O. V., Kovtun V. A., Listerioz. Epizootologichna ta epidemiologichna sytuatsiia na prykladi derzhav Yevropeiskoho soiuзу, Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu, Serii „Veterynarna medytsyna” 2014, vol. 1, nr 34, s. 149–154.

Malysh N. H., Salmoneloz v Ukraini: epidemiologichni aspekty w: Ngujen, I. V. (Ed.) Materialy naukovo-praktychnoi konferentsii z mizhnarodnoiu uchastiu, prysviachenoii shchorichnym „Chytanniam” pamiati akademika L. V. Hromashevskoho. Instytut Epidemiologii ta Infektsiinykh Hvorob imeni L. V. Gromashevs'kogo, Kyiv 2019. s. 116–119.

Malysh N. H., Chemych M. D., Diareiehenni esherykhiozy: zakhvoriuvanist, etiologichniy peizazh, faktory ryzyku, vol. 14, s. 76–78.

Melnyk V. V., Onyshchuk A. V., Epizootologichni osoblyvosti kolibakteriozu ptysi u Vinnytskii regioni, „Naukovo-tekhnichnyi biuleten NDTs biobezpeky ta ekolohichnoho kontroliu resursiv APK” 2015, vol. 3, nr 1, s. 75–77.

Morwal S., Bacterial Zoonosis – A Public Health Importance, „Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research” 2017, vol. 5, nr 2, s. 56–59.

Pidpala T. V., Yasevin S. Ye., Marykina O. S., Intensyvni tekhnolohii u molochnomu skotarstvi, Mykolaiv National Agrarian University, Mykolaiv 2018.

Pikul K. V., Prylutskyi K. Yu., Sosnovska N. M. et al., Nevidomyi listerioz iz storichnoiu istoriieiu vyvchennia, „Svit medytsyny ta biolohii”, nr 3, s. 155–159.

Pinchuk N. H., Pustovit N. A., Kampilobakterioz yak vazhlyva kharchova toksykoinfektsiia, „Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii” 2018, nr 2, s. 136–140.

Pustovit N. A., Pinchuk N. H., Doslidzhennia vplyvu promyslovykh dezinfikujuchykh zasobiv na stijkist' izoliativ vydilenykh vid ptyci, „Veterinary Medicine” 2017, vol. 103, s. 142–146.

Randiuk Yu. O., Moskaliuk V. D., Sokol A. M., Sydoruk, A. S., Listerioz – malovidoma oportunistychna infektsiia, „Bukovynskyi medychnyi visnyk” 2013, nr 2(66), s. 161–167.

Rodionova K. O., Kontrol mikrobiologichnoi bezpeky (Campylobacter spp.) tushok ptysi v protsesi yikh pererobky, „Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii” 2017, vol. 3, s. 137–139.

Rukambile E., Sintchenko V., Muscatello G. et al., Infection, colonization and shedding of Campylobacter and Salmonella in animals and their contribution to human disease: A review, „Zoonoses and Public Health” 2019, vol. 66, nr 6, s. 562–578.

Rula O., Maiboroda O., Kryvoshei Y. et al., Monitoring for the circulation of antibiotic-resistant Salmonella in poultry and wild birds in Ukraine in 2017, „International Journal of Infectious Diseases” 2019, vol. 79, nr 2019, s. 42.

Salmanov A., Voziyanov S., Kryzhevsky V. et al., Prevalence of healthcare-associated infections and antimicrobial resistance in acute care hospitals in Kyiv, Ukraine, „Journal of Hospital Infection” 2019, vol. 102, nr 4, s. 431–437.

Shevchenko L. V., Dobrozhan Y. V., Mykhalska V. M. et al., Contamination of hen manure with nine antibiotics in poultry farms in Ukraine, „Regulatory Mechanisms in Biosystems” 2019, vol. 10, nr 4, s. 532–537.

Skrypka M. V., Zapeka I. Ye., Patomorfologichni zminy v orhanizmi porosiat v prodromalniy period kolibakteriozu, „Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Serii: Veterynarna medytsyna, yakist i bezpeka produktsii tvarynnytstva” 2016, vol. 237, s. 328–336.

Tarasenko N. V., Sylyna E. A., Kravchenko Y. A., Shtybler J. V., Aktualnye aspekty bakteriologicheskoy diahnostiki v lechenii kampilobakterioza u detej, „Zaporizhia Medical Journal” 2011, vol. 13, no. 4, s. 135–136.

Taylor L. H., Latham S. M., Woolhouse M. E. J., Risk factors for human disease emergence, „Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences” 2001, vol. 356, nr 1411, s. 983–989.

Uhovska T. M., Gorbatjuk O. I., Harkavenko T. O. et al., Monitorynh listeriozu tvaryn ta zasoby yoho profilaktyky dlia pidtrymannia biobezpeky v Ukraini, „Veterynarna medytsyna” 2017, vol. 103, s. 222–226.

Vasilyeva T. B., Monitorynh epizootychnoi sytuatsii z kolibakteriozu v Ukraini za period 2004 – 2015 rr., „Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnology” 2016, vol. 18, nr 2(66), s. 30–35.

Vygovska L. M., Determination Listeria spp. (L. welshimeri, L. grayi, L. murrayi, L. innocua) sensitivity to antibiotics, „Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety” 2018a, vol. 4, nr 3, s. 33–36.36.

Vygovska L. M., Determination of antibiotic susceptibility of Listeria spp. Journal for Veterinary Medicine „Biotechnology and Biosafety” 2018b, vol. 4, nr 2, s. 5–11.

Vygovska L. M., Vychennia biolohichnykh vlastyvostei epizootychnykh shtamiv Salmonella spp., „Veterynarna biotekhnolohiia” 2018, vol. 32, nr 1, s. 71–79.

Wasteson Y., Zoonotic Escherichia coli, „Acta veterinaria Scandinavica. Supplementum” 2001, vol. 95, s. 79–84.

Yakubchak O. M., Kobysh A. I., Salmonella enteritidis – zbudnyk emerdzhentnoi kharchovoi toksykoinfektsii, „Suchasne ptakhivnytstvo” 2012, nr 7 (116), s. 9–12.

Zhovnir O. M., Andriiashchuk V. A., Harkavenko T. A. et al., Monitorynh infektsiinykh khvorob tvaryn bakterialnoi etiologii na terytorii Ukrainy, „Veterynarna biotekhnolohiia” 2019, vol. 35, s. 45–53.

Rozdział powstał na podstawie artykułu:

Tsarenko T., Kornienko L. Intensive animal farming operations and outbreaks of zoonotic bacterial diseases in Ukraine, „Regulatory Mechanisms in Biosystems” 2021, nr 12(3), s. 479–489.



4

Wirusowe choroby odzwierzęce związane z działalnością przemysłowych ferm drobiu w Ukrainie i ich wpływ na zdrowie ludzi

Przemysłowa hodowla drobiu to najbardziej intensywnie rozwijająca się gałąź hodowli zwierząt. Pozwala na uzyskanie w bardzo krótkim czasie znacznej ilości żywności odzwierzęcej, ale wymaga też szerokiej bazy technicznej, rozmnażania specjalistycznych ras, a także nieprzerwanego i pełnego zaopatrzenia w wysokiej jakości pasze, antybiotyki i szczepionki dla wszystkich gatunków oraz grup produkcyjnych.

Współczesny intensywny chów drobiu może stanowić potencjalne zagrożenie dla zdrowia ptaków, jak również osób pracujących na fermach (Fisinin *et al.*, 2018). Badania dowodzą, że funkcjonowanie przemysłowych gospodarstw drobiarskich niesie za sobą zagrożenie dla środowiska, gdyż codziennie do atmosfery uwalniane są szkodliwe gazy, pyły i bioaerozole z dużą zawartością bakterii chorobotwórczych, wirusów, zarodników grzybów i endotoksyn. W większości przypadków stężenia tych zanieczyszczeń przekraczają najwyższe dopuszczalne normy, co stanowi potencjalne zagrożenie dla zdrowia zwierząt, w tym drobiu, pracowników ferm, a także pobliskiej ludności. **Duże zagęszczenie ptaków stwarza warunki do powstawania ognisk masowych zakażeń (w tym chorób odzwierzęcych), które szybko rozprzestrzeniają się na wszystkie zwierzęta (Fisinin *et al.*, 2018).**

Aktualnie to infekcje wirusowe są szczególnie rozpowszechnionymi chorobami wśród drobiu. **Zoonozy, takie jak ptasia grypa i rzekomy pomór drobiu, pozostają jednymi z najbardziej powszechnych i niebezpiecznych chorób drobiu na świecie.** Ogniska tych chorób prowadzą m.in. do dużych strat ekonomicznych, szczególnie w regionach, które są geograficznie zagrożone ze względu na przebiegające przez nie główne szlaki migracyjne dzikich ptaków wędrownych (Rusev, 2006; Stehni *et al.*, 2013b; Pribytkova, 2011).

Obecnie, w związku z pojawianiem się nowych chorób odzwierzęcych pochodzących od dzikich zwierząt, naukowcy podkreślają kluczowe znaczenie współpracy różnych środowisk (medycyny ludzkiej, weterynaryjnej i in.) w celu opracowania odpowiednich strategii działań. **Transgraniczne choroby odzwierzęce, do których należą patogeny wysoce zjadliwej grypy ptaków i rzekomego pomoru drobiu, są powszechne i wymagają wspólnej międzynarodowej interdyscyplinarnej współpracy w celu opracowania metod kontroli, monitorowania i środków reagowania** (Wang, Cramer, 2014).

Obie omawiane choroby zakaźne (wysoce zjadliwa grypa i rzekomy pomór drobiu) mają wysoki potencjał zoonotyczny i są uważane za transgraniczne choroby zakaźne (OIE, 2012). Infekcje te mogą pojawić się na terenie Ukrainy wraz z importowanymi produktami pochodzenia zwierzęcego lub drobiem albo rozprzestrzeniać się za pośrednictwem dzikich zwierząt (Wernike *et al.*, 2013; Beato, Capua, 2011). Istnieje znaczne ryzyko wprowadzenia i rozprzestrzenienia się choroby z terytorium jej sąsiadów lub krajów, z którymi Ukraina utrzymuje bliskie stosunki handlowe i gospodarcze (Stehni *et al.*, 2013a).

Prawdopodobieństwo wystąpienia grypy i rzekomego pomoru drobiu w Ukrainie jest stale wysokie ze względu na to, że dzikie ptactwo będące rezerwuarem tych patogenów migruje przez jej terytorium. **Nie dziwi więc, że ogniska chorób pokrywają się czasowo z wiosennymi i jesiennymi migracjami dzikich ptaków.**

Ptasia grypa

Według oficjalnych statystyk w ciągu ostatnich 20 lat ptasia grypa została potwierdzona w Ukrainie w latach 2002, 2004, 2005, 2006, 2008, 2010, 2016, 2017 i 2020.

U kur wirus ptasiej grypy powoduje ciężki przebieg choroby, **natomiast u kaczek domowych nie występują ani objawy kliniczne, ani silna odpowiedź immunologiczna** (Kida *et al.*, 1980). Biorąc pod uwagę to, że wirusy grypy ptaków posiadają 16 typów hemaglutyniny (H1–H16) i dziewięć typów neuraminidazy (N1–N9), może istnieć 144 podtypów patogenu z dowolną kombinacją różnych typów segmentów HA i NA. Naukowcy zidentyfikowali co najmniej 103 podtypy takich wirusów (Munster *et al.*, 2007), co świadczy o znacznej częstotliwości mutacji. Dlatego też, oprócz tego, że kaczki domowe mogą być gatunkiem rezerwuarem dla wirusów grypy, patogeny te ulegają ciągłym zmianom w ich organizmach (Huang *et al.*, 2012; Popov *et al.*, 2017).

Ze względu na wysoką zaraźliwość ptasiej grypy zakażenie szybko rozprzestrzenia się między gospodarstwami przez zakażone ptaki oraz poprzez skażony sprzęt, paszę i klatki. Zakażenie wśród ptaków przenoszone jest poprzez bezpośredni, bliski kontakt ze źródłem patogenu. W tym przypadku dominuje droga fekalno-oralna i przenoszenie patogenu przez kontakt pośredni (**np. jeden gram odchodów skażonych wirusem H5N1 może zainfekować 1 mln ptaków**) (Zelenkova *et al.*, 2018). Wskaźnik zakażeń wirusem grypy wśród ptaków wynosi 35,6% jesienią i 15,3% wiosną (Borisenkova, Rozhdestvenskaya, 2010).

Ludzie mogą zarazić się grypą ptaków A (H5N1), A (H7N9), A (H9N2) i grypą świńską podtypów A (H1N1), A (H1N2), (H3N2). Możliwe jest także zaatakowanie organizmu kombinacją wirusa grypy ptaków i grypy świń. Człowiek może zarazić się głównie poprzez bezpośredni kontakt z chorymi ptakami i zwierzętami lub poprzez czynniki przenoszące patogen (skażone wirusem przedmioty z otoczenia). Należy zaznaczyć, że skuteczne przenoszenie wirusa ptasiej grypy pomiędzy ludźmi nie zostało jak dotąd zaobserwowane. Wirusy grypy typu A, które często przekraczają barierę międzygatunkową w wyniku mutacji, a następnie uzyskują zdolność do bezpośredniej transmisji człowiek-człowiek, dla ludzi niosą za sobą największe ryzyko epidemii wywołanych szczepami grypy odzwierzęcej (Fatkhuddinova *et al.*, 2018).

Według WHO w 2016 roku w samych Chinach na ptasią grypę zmarło ponad 600 osób. W Europie liczba zgonów wyniosła 150.

Wirusy ptasiej i świńskiej grypy oraz ich połączenie wywołują infekcję górnych dróg oddechowych o łagodnym przebiegu, w której częstymi objawami są gorączka i kaszel. W części przypadków zakażenie może przejść w ciężkie zapalenie płuc, a nawet skończyć się zgonem. W zależności od podtypu wirusa mogą rozwinąć się objawy jelitowe, zapalenie spojówek, zapalenie oraz trwałe uszkodzenie mózgu. Jako że to dzikie ptactwo wodne jest głównym rezerwuarem tych patogenów, wyeliminowanie zakażeń jest prawie niemożliwe, a ogniska będą występować w przyszłości. **Kluczowe znaczenie ma zatem stały nadzór epidemiologiczny, ocena ryzyka i dochodzenie epidemiologiczne w odniesieniu do każdego przypadku grypy odzwierzęcej u ludzi.**

Z uwagi na fakt, że wirus grypy może wywoływać coroczne epidemie na całym świecie, można stwierdzić, że grypa jest problemem o znaczeniu globalnym (Chumachenko *et al.*, 2007).

Rzekomy pomór drobiu (choroba Newcastle, ND)

Dziś Ukraina jest formalnie wolna od rzekomego pomoru drobiu. Choroba została stwierdzona w kraju oficjalnie w 2006 i 2007 roku. W trakcie badań laboratoryjnych sporadycznie izolowano jednak wirusa od ptaków synantropijnych, a mianowicie gołębi i dzikich kaczek (Stehni, Voroshylov, 2012). Według WHO w pierwszej dekadzie XXI wieku ogniska rzekomego pomoru drobiu odnotowano w 87 krajach świata.

U zwierząt wirus ND może powodować osowiałość i inne objawy podobne do grypy (OIE, 2012; Stehni, Voroshylov, 2012). **Opisywano ciężkie zapalenie spojówek z zapaleniem siatkówki powodującym obrzęk węzłów chłonnych przyusznych. U ludzi ND może również objawiać się zapaleniem oczu i ropnym zapaleniem migdałków.**

Objawy zakażenia wirusem rzekomego pomoru drobiu u ludzi rozpoczynają się od ostrej gorączki, bólu głowy, powiększenia węzłów chłonnych, przekrwienia, piekącego bólu oraz zmian surowicznych lub śluzowo-ropnych na spojówkach. Choroba utrzymuje się przez 7–10 dni (OIE, 2012; Nelson *et al.*, 1952; Stehni, Voroshylov, 2012). **W literaturze fachowej można znaleźć doniesienia o przypadkach zachorowań u dzieci, u których choroba prowadzi do uszkodzenia mózgu, a nawet śmierci** (Fedotov, 2020). Człowiek najczęściej zaraża się drogą powietrzną, wdychając skażony wirusem kurz, przez brudne ręce i powierzchnię spojówek. Należy jednak zaznaczyć, że naturalna zachorowalność u ludzi nie jest wysoka. Chociaż choroba nie występuje często wśród ludzi, istnieje zależność zawodowa – zakażeniu ulegają pracownicy weterynarii mający kontakt z drobiem oraz pracownicy ferm drobiu (OIE, 2012; Nelson *et al.*, 1952).

Postępowanie w przypadku wystąpienia ogniska

W przypadku pojawienia się ogniska rzekomego pomoru drobiu lub wysoce zjadliwej grypy konieczne jest podjęcie natychmiastowych działań. Certyfikowane laboratoria diagnostyczne i system szybkiego ostrzegania są niezbędne do uruchomienia i wdrożenia skutecznych działań przeciwepidemiologicznych (Zelenkova *et al.*, 2018).

W gospodarstwach przemysłowych (duże farmy drobiu) – w przypadku wystąpienia ogniska grypy lub rzekomego pomoru drobiu – w kurnikach przeprowadza się ubój ptaków przy użyciu gazu, stosuje się środki dezynfekcyjne podczas mycia i pakowania zwłok i dezynfekuje się sprzęt. Personel wyposaża się w jednorazowe kombinezony, a także stosuje się specjalistyczny transport. Wszystkie te czynności wykonuje się w ciągu kilku godzin ze względu na szybki rozkład zwłok w ciepłych porach roku. Później następuje czyszczenie na sucho, mycie, dezynfekcja i suszenie powierzchni kurnika, a następnie rozpoczyna się okres ochronny przed wprowadzeniem nowej partii ptaków (Davleev, 2017; Bilan, Skidan, 2016; Borisenkova, Rozhdestvenskaya, 2010).

Rozwiązania i podsumowanie

Zasadniczo ochrona stad drobiu na fermach przemysłowych oraz ludzi przed ptasią grypą i rzekomym pomorem drobiu opiera się na:

- bioasekuracji i szczepieniach zwierząt gospodarskich,
- kompleksowym monitoringu stad,
- przestrzeganiu wymogów i norm weterynaryjnych i sanitarnych,
- kontroli wirusów grypy krążących wśród dzikiego ptactwa i drobiu w celu śledzenia wirusów, którymi mogą zarazić się ludzie mający kontakt z ptakami,
- monitorowaniu cyrkulacji wirusa grypy w populacjach potencjalnych pośrednich gospodarzy (przede wszystkim świń) w celu zidentyfikowania wariantów wirusa grypy, które mogą zakażać ludzi i być skutecznie przenoszone z człowieka na człowieka, powodując epidemie i pandemie.

Mimo że wprowadzenie środków bioasekuracji i zapobieganie chorobom zakaźnym w gospodarstwach przemysłowych jest znacznie łatwiejsze niż w małych gospodarstwach przydomowych, straty powodowane przez wysoce zakaźne patogeny są wielokrotnie wyższe dla tych pierwszych (Fisinin *et al.*, 2018). Intensywna hodowla stwarza możliwości szybkiego przenikania patogenów do setek tysięcy ptaków i zwiększa ich zjadliwość. Szczególnie groźne dla nowoczesnej hodowli drobiu są patogeny chorób zakaźnych o cechach transgranicznych i potencjale zoonotycznym, takie jak ptasia grypa i wirusowy pomór drobiu (Davleev, 2017). W związku z tym komponent weterynaryjny nabiera istotnego znaczenia w zapewnieniu sprawnego funkcjonowania przemysłowych zakładów drobiarskich. Zoonotyczny charakter tych zakażeń sprawia, że ich znaczenie jest jeszcze większe. Rola chorób odzwierzęcych we współczesnym globalnym świecie będzie bowiem w przyszłości tylko wzrastać (Jones *et al.*, 2008; Woolhouse *et al.*, 2005; Wang, Cramer, 2014).

Bibliografia:

Beato M. S., Capua I., Transboundary spread of highly pathogenic avian influenza through poultry commodities and wild birds: a review, „Rev. Sci. Tech.” 2011, nr 30(1), s. 51–61.

Bilan A. M., Skidan A. V., Proizvodstvenny`j veterinarno-sanitarny`j kontrol` pri vy`rashivanii brojlerov, „Aktual`ny`e voprosy` nauki, tekhnologii i proizvodstva”, Troick: Yuzhno-Ural`skij GAU, 2016, s. 20–22.

Borisenkova A. N., Rozhdestvenskaya T. N., Programma obespecheniya e`pizooticheskogo blagopoluchiya pticzekhozyajstv v otnoshenii bakterial`ny`kh boleznej pticz. 20 let na blago promy`shlennogo pticzevodstva, Sankt-Peterburg: Nauchnoproizvodstvennoepredpriyatie „AVIVAK”, 2010, s. 75–85.

Chumachenko D. I., Bondareva D. H., Sokolov O. O., Metodyka otsinky epidemichnykh situatsii ta prohnouzuvannya rozvytku zakhvoriuvanosti na hryp ta HRVI, „Radioelektronni ta kompiuterni systemy” 2007, nr 2(21), s. 111–115.

Davleev Al`bert, Ptichevodstvo pod ugrozoi H5N8, „Agroinvestor” 2017, nr 6, s. 20–26.

Fatkhuddinova M. F., Sattorova M. Kh., Alimova B. O., O vzaimosvyazi grippa cheloveka, zhivotny`kh i pticz po danny`m kompleksny`kh seroe`pidemiologicheskikh i virusologicheskikh issledovaniy, „Payomi Akademiyai ilmn`oi tibbi Tol`ikiston” 2018, nr 1, s. 86–90.

Fedotov A., Chem opasna psevdochuma?, Ezhenedel`nik “Argumenty` i Fakty`”. AiF-Kursk, 2020.

Fisinin V. I., Trukhachev V. I., Saleeva I. P., Morozov V. Yu., Zhuravchuk E. V., Kolesnikov R. O., Ivanov A. V., Microbiological risks related to the industrial poultry and animal production, „Agricultural Biology” 2018, nr 53(6), s. 1120–1130.

Huang K., Zhu H., Fan X., Wang J., Cheung C. L., Duan L., ... Guan, Y., Establishment and lineage replacement of H6 influenza viruses in domestic ducks in southern China, „J. Virol.” 2012, nr 86(11), s. 6075–6083.

Jones K. E., Patel N. G., Levy M. A., Storeygard A., Balk D., Gittleman J. L., Daszak P., Global trends in emerging infectious diseases, „Nature” 2008, nr 451, s. 990–993.

Kida H., Yanagawa R., Matsuoka Y., Duck influenza lacking evidence of disease signs and immune-response, „Infect. Immun.” 1980, nr 30, s. 547–553.

Munster V. J., Baas C., Lexmond P., Waldenstrom J., Wallensten A., Fransson T., Fouchier R. A. M. et al, Spatial, temporal, and species variation in prevalence of influenza A viruses in wild migratory birds, „PLoS Pathogens” 2007, nr 3(5), s. 61.

Muzyka D. V., Epizootologichnyi monitorynh virusnykh khvorob u dykykh ptakhiv v Ukraini: avtoref. dySSERTatsiia... kandydata veterynarykh nauk, Charkov 2006.

Nelson C. B., Pomeroy B. S., Schroll K., Park W. E., Lindeman R. J., An Outbreak of Conjunctivitis Due to Newcastle Disease Virus (NDV) Occurring in Poultry Workers, „Am J Public Health Nations Health” 1952, nr 42(6), s. 672–678.

OIE, Terrestrial manual 2012: manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals, World Organisation for Animal Health, Paryz 2012.

Popov N. N., Kolotova T. Yu., Davy`denko M. B., Reassortatsiya virusa grippa: mekhanizmy` i znachenie dlya preodoleniya mezhhvidovogo bar`era, „Veterynarna medytsyna” 2017, nr 103, s. 202–208.

Pribytkova K. V., Sovershenstvovanie immunoprofilaktiki grippa i bolezni Nyukasla u pticz s primeneniem inaktivirovannykh vakczin v sochetanii s miramistinom: Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata veterinarnykh nauk, 06.02.02 – veterinarnaya mikrobiologiya, virusologaya, e`pizootologiya, mikologiya s mikotoksikologiej i immunologiya, Woronez 2011.

Rusev I. T., Rol` migrirushhikh pticz v zanose i rasprostranении vy` sokopatogennogo ptich`ego gripa v Ukraine, „Vi`sn. Sums`kogo DA” 2006, nr 8(92), s. 29–41.

Stehni B. T., Herilovych A. P., Kucheriavenko R. O., Bisiuk I. Iu., Transkordonna infektsiini khvoroby tvaryn: mizhnarodnyi dosvid monitorynhu, prohnozuvannia, reahuvannia ta naukovyi suprovid problemy v Ukraini, „Veterynarna medytsyna” 2013, nr 97, s. 12–15.

Stehni B. T., Muzyka D. V., Stehni A. B., Vorotilova N. H., Trofimov M. M., Ionkina I. B., Epizootolohichnyi monitorynh virusnykh khvorob pytysi na terytorii AR Krym, „Veterynarna medytsyna” 2013b, nr 97, s. 233–236.

Stehni M. Iu., Voroshylov I. S., Transmisiine infikuvannia liudei khvoroboiu Niukasla vid ptakhiv, „Veterynarna medytsyna” 2012, nr 96, s. 126–128.

Wang L. F., Crameri G., Emerging zoonotic viral diseases, „Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.” 2014, nr 33(2), s. 569–581.

Wernike K., Hoffmann B., Beer M., Single-tube multiplexed molecular detection of endemic porcine viruses in combination with background screening for transboundary diseases, „J. Clin. Microbiol.” 2013, nr 51(3), s. 938–944.

Woolhouse, M.E., Haydon, D.T., Antia, R., Emerging pathogens: the epidemiology and evolution of species jumps, „Trends Ecol. Evol.” 2005, nr 20, s. 238–244.

ZZelenkova G. A., Karanty`sh G. V., Tambiev T. S., Maly`sheva L. A., Kapelist I. V., Ermakov A. M., Ptichij gripp: e`kologiya, morfologiya, molekulyarny`e markery` patogennosti virusa, sovremennaya e`pizooticheskaya situacziya, „Veterinarnaya patologiya” 2018, nr 1(63), s. 5–17.

Rozdział powstał na podstawie artykułu:

Kornienko L., Chechet O., Ukhovskiy V., Bilyk S., Dovgal O., Tsarenko T., Potential role of intensive bird growing during outbreaks of viral zoonosis in Ukraine, Russian Federation, Kazakhstan and Belarus (on the model viruses highly pathogenic influenza and newcastle diseases): Systematic review, „Journal of Pure and Applied Microbiology” 2022, nr 16(4), s. 2363-2400.

Antybiotyki w rolnictwie stosowano od lat 50. XX wieku, **głównie profilaktycznie, w celu pobudzenia wzrostu oraz zwiększenia wydajności zwierząt hodowlanych**. Stosowane więc były powszechnie, na dużą skalę, przy braku innych wskazań. **W 2006 r. na obszarze UE wprowadzono zakaz stosowania stymulatorów wzrostu**, co niestety tylko w nieznacznym stopniu obniżyło użycie środków przeciwdrobnoustrojowych.

W latach 2011-2015 w Polsce sprzedaż antybiotyków weterynaryjnych wzrosła o **23%**

(NIK, 2018)

W 2015 roku sprzedano w Polsce aż

582,5 tony antybiotyków do użytku weterynaryjnego

(NIK, 2018)

Aż 63% antybiotyków stosowanych w hodowli zwierząt jest również wykorzystywanych w medycynie ludzkiej, dlatego mikroorganizmy pochodzące od zwierząt hodowlanych mogą być nosicielami genów oporności na antybiotyki stosowane w leczeniu ludzi.

W weterynarii zwierząt hodowlanych nadal można stosować antybiotyki w celach:

- terapeutycznych – leczone jest pojedyncze zwierzę;
- profilaktycznych – antybiotyk stosowany jest w okresach wysokiego ryzyka pojawienia się chorób zakaźnych, np. po transporcie;
- metafilaktycznych – po wykryciu zakażenia u części zwierząt (choćby jednego); leki podawane są całemu stadu w postaci dodatku do paszy lub wody (**w hodowli ryb i drobiu jest to jedyny możliwy sposób leczenia**);
- subterapeutycznych – antybiotyk podawany jest zwierzętom rzeźnym w stosunkowo małych dawkach w celu np. zmniejszenia zachorowalności na choroby jelit czy zmniejszenia emisji metanu i amoniaku.

Ogólnie przyjętą praktyką jest podawanie antybiotyków całemu stadu. W sytuacjach takich jak szczepienia, odsadzanie młodych, mieszanie osobników z różnych stad antybiotyki otrzymują profilaktycznie zwierzęta, u których nie stwierdzono zakażenia, ale wobec których istnieje podwyższone ryzyko jego wystąpienia. Stąd **stosowanie profilaktycznych dawek antybiotyków w hodowli drobiu, bydła i trzody chlewnej jest dużo powszechniejsze niż w celach leczniczych.**

Opublikowany w 2018 r. raport NIK-u z kontroli gospodarstw zajmujących się hodowlą zwierzęcą opisał czynniki, które wpływają na zwiększenie poziomu wykorzystywania antybiotyków.

Czynniki wpływające na konieczność stosowania antybiotyków w celach leczniczych:

- brak właściwej bioasekuracji, troski o dobrostan lub higienę zwierząt,
- duża intensywność hodowli (fermy wielkopowierzchniowe, skracanie cyklu rozwoju zwierząt hodowlanych),
- brak właściwej profilaktyki, np. niestosowanie prebiotyków,
- niewłaściwe leczenie spowodowane brakiem właściwego rozpoznania bakteryjnej przyczyny choroby (brak antybiogramów),
- brak wiedzy i niska świadomość hodowców o skutkach i zagrożeniach wynikających z nadużywania antybiotyków w produkcji zwierzęcej.

Czynniki sprzyjające nielegalnemu wykorzystywaniu antybiotyków:

- łatwość dostępu do antybiotyków poza legalnym strumieniem dystrybucji (nielegalny obrót),
- forma dokumentacji leczenia umożliwiająca pozyskanie antybiotyków przez hodowcę „legalnie” od kilku lekarzy weterynarii na tę samą jednostkę chorobową (bez ich wiedzy),
- brak skutecznego nadzoru właściwych organów, w tym nieskuteczne ściganie i egzekwowanie kar za nielegalny obrót i stosowanie antybiotyków,
- brak wiedzy i niska świadomość hodowców o skutkach i zagrożeniach wynikających z nadużywania antybiotyków w produkcji zwierzęcej.

Intensywny chów zwierząt gospodarskich emituje do otoczenia wysokie stężenia bioaerozolu, w skład którego wchodzi m.in. duże ilości drobnoustrojów. Głównym źródłem bioaerozolu w środowisku ferm są:

- odchody (również te stosowane na polach jako nawóz),
- ściółka,
- pasza.

Bioaerozol z ferm przemysłowych dostaje się do atmosfery, gdzie staje się pyłem zawieszonym w powietrzu, a następnie migruje na dalsze odległości. Znajdujące się w pyłe zawieszonym bakterie, grzyby i wirusy mogą powodować infekcje i alergie u ludzi, a także działać toksycznie. **Największym zagrożeniem** wynikającym z emisji bioaerozolu z gospodarstw jest jednak **antybiotykooporność bakterii chorobotwórczych.**

Wykształcanie się bakterii cechujących się lekoopornością jest spowodowane m.in. subterapeutycznym stosowaniem antybiotyków na fermach przemysłowych. Lekooporność staje się jeszcze większym problemem, gdy u bakterii występuje **jednocześnie oporność na wiele leków (wielolekooporność)**. Zakażenia takimi drobnoustrojami są trudne do wyleczenia lub nawet nieuleczalne za pomocą konwencjonalnych środków.

Każdego roku co najmniej 700 tys. zgonów na świecie, a 50 tys. w Europie i Stanach Zjednoczonych jest spowodowanych zakażeniami wywołanymi przez antybiotykooporne szczepy bakterii. Szacuje się, że jeśli nie zostaną podjęte odpowiednie działania, do 2050 roku liczba ta może wzrosnąć do 10 milionów zgonów rocznie (Argudin *et al.*, 2017; O'Neill *et al.*, 2016; O'Neill *et al.*, 2014).

Koszty opieki zdrowotnej nad osobami zakażonymi drobnoustrojami opornymi na antybiotyki w samych Stanach Zjednoczonych sięgają rocznie 20 miliardów dolarów, a jeszcze większe straty mogą wynikać z utraty produktywności. Szacuje się, że do roku 2050 spowoduje to nawet 100 bilionów dolarów strat (Akova, 2016; O'Neill *et al.*, 2014; CDC, 2013).

W 2019 roku Najwyższa Izba Kontroli oszacowała liczbę wielolekoopornych zakażeń w Polsce na ok. 300 000–500 000 przypadków, a koszty związane z przedłużeniem hospitalizacji z powodu zakażeń wyceniła na ok. 800 mln zł rocznie. Wykazała również, że w latach 2016–2017 nastąpił **wzrost liczby pacjentów zakażonych lekoopornymi szczepami bakterii o 23,5%**.

Pojawienie się oporności na leki przeciwdrobnoustrojowe u bakterii stanowiących najczęstszą przyczynę zakażeń wewnątrzszpitalnych jest często przypisywane niewłaściwemu stosowaniu antybiotyków w medycynie ludzkiej i weterynaryjnej, a następnie stopniowemu rozprzestrzenianiu się w środowisku i przenoszeniu na zwierzęta i ludzi.

Wśród patogennych bakterii odzwierzęcych na fermach silnie udokumentowano występowanie rodzajów:

- *Staphylococcus* spp.,
- *Salmonella* spp.,
- *Campylobacter* spp.,
- *Escherichia coli*,
- *Listeria* spp.,
- *Enterococcus* spp.

Szczególne zagrożenie dla zdrowia publicznego od kilku dekad stanowią patogenne bakterie gronkowca złocistego (*Staphylococcus aureus*), głównie z powodu łatwości, z jaką ten gatunek nabywa geny oporności na antybiotyki. Bakterie te należą do naturalnej mikroflory bakteryjnej ludzi i zwierząt, zazwyczaj kolonizując skórę oraz błony śluzowe górnych dróg oddechowych. *S. aureus* może jednak powodować miejscowe infekcje właściwie wszystkich tkanek i narządów oraz zakażenia uogólnione, które mogą zagrażać życiu. Najczęstszymi infekcjami wywoływanymi przez te bakterie są m.in.:

- ropne stany zapalne tkanek miękkich i skóry,
- zakażenia krwi,
- zapalenie szpiku kostnego,
- septyczne zapalenie stawów,
- zapalenie wsierdza,
- zapalenie płuc,
- sepsa.

Niektóre szczepy gronkowca złocistego są zdolne do wytwarzania specyficznych **toksyn zmieniających działanie limfocytów T**, odpowiedzialnych za reakcję obronną organizmu. W konsekwencji może prowadzić to do zapaści naczyniowej i wstrząsu toksycznego. **Właśnie te toksyny są przyczyną zatrucia żywnością zainfekowaną gronkowcem złocistym.**

LA-MRSA

Badania przeprowadzone na całym świecie wskazują na wysokie ryzyko zdrowotne wynikające z obecności szczepów gronkowca złocistego opornych na metycylinę (MRSA, ang. meticiline-resistant *Staphylococcus aureus*). Szczepy MRSA dzielone są na trzy grupy ze względu na miejsce ich pochodzenia:

- szpitale (ang. hospital-associated HA-MRSA),
- **przemysłowa hodowla zwierząt (ang. livestock-associated LA-MRSA),**
- środowisko (ang. community-associated CA-MRSA).

Pierwotnie MRSA stanowiły główną przyczynę zakażeń wewnątrzszpitalnych (HA-MRSA), ale w ostatnich latach obserwowany jest ciągły wzrost liczby infekcji szczepami środowiskowymi (CA-MRSA) i odzwierzęcymi (LA-MRSA). **Pojawienie się w ostatnim czasie szczepu LA-MRSA związanego ze zwierzętami gospodarskimi jest powodem do natychmiastowego zaniepokojenia w zakresie zdrowia publicznego ze względu na ryzyko transmisji na ludzi, w szczególności osób pracujących w hodowli zwierząt lub mających długotrwały kontakt ze zwierzętami gospodarskimi.**

Skalę problemu związanego z szerzeniem się antybiotykoporności w hodowlach zwierząt najlepiej oddają duńskie badania, w których wykazano, że **odsetek świń będących nosicielami odzwierzęcych szczepów LA-MRSA w ciągu sześciu lat wzrósł z 16% do 88% (lata 2010–2016)** (Sørensen, 2018).

W przypadku gronkowca złocistego oporności na metycylinę towarzyszy zazwyczaj oporność na inne grupy leków, m.in. tetracykliny, makrolidy, linkozamidy i aminoglikozydy. Łatwość nabywania przez te bakterie cech lekooporności na wiele antybiotyków jednocześnie jest więc największym problemem w kontekście szczepów MRSA, szczególnie istotnym w odniesieniu do osób z obniżoną odpornością, dzieci i osób starszych.

LA-MRSA niesione z wiatrem na odległość do 1000m przeżywają w pyłe organicznym nawet do 2 miesięcy

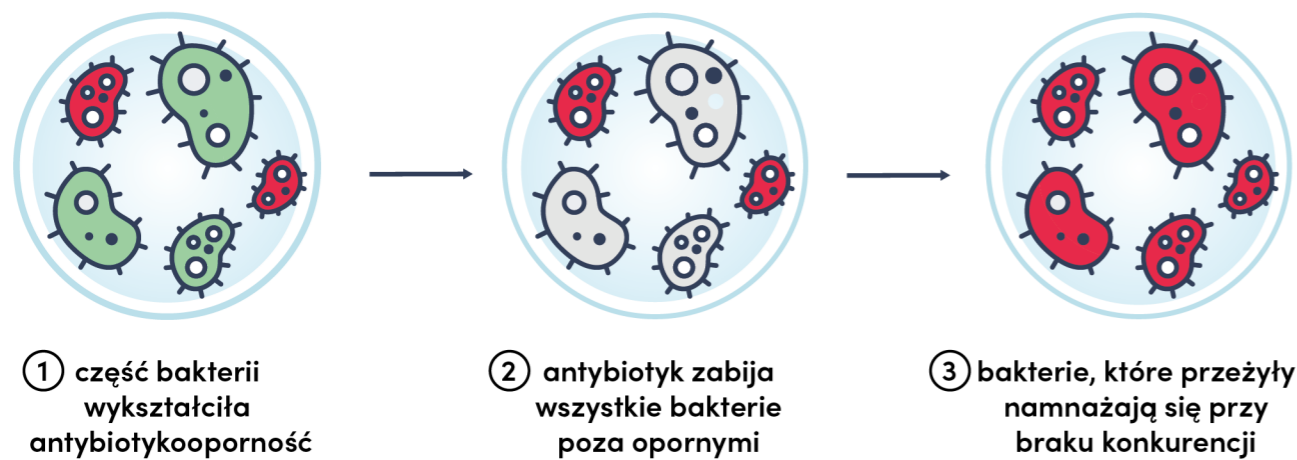
Pył emitowany z hodowli zwierzęcych stanowi istotny czynnik ryzyka dla zdrowia nie tylko pracowników ferm, ale i ludzi zamieszkujących w ich sąsiedztwie.

- - W Holandii udowodniono, że szczepy **LA-MRSA przenoszą się pomiędzy świniami, pracownikami chlewni i ich rodzinami. Częstość ich występowania u hodowców świń oznaczono jako 63% (van Cleef et al., 2014; Zomer et al., 2018).**
 - Udowodniono również zwiększone nosicielstwo tych bakterii u osób mieszkających w okolicy ferm. **Okazuje się, że czynnikiem, który w najwyższym stopniu wpływa na nosicielstwo, nie jest bezpośredni kontakt ze zwierzętami, ale ekspozycja na bioaerozol** (Buczyńska, Szadkowska-Stańczyk, 2010; Szadkowska et al., 2010).
- - **W 2020 r. opisano pierwsze w Polsce ognisko LA-MRSA u bydła mlecznego i pierwszy prawdopodobny przypadek transmisji MRSA między człowiekiem a krową.** W jednym z polskich gospodarstw uzyskano 5 izolatów MRSA od krów z bezobjawowym zapaleniem wymienia. Pobrano również wymazy od mleczarza, lekarza weterynarii i 4 członków jego rodziny. Z tej grupy jedynie 2 członków rodziny lekarza weterynarii miało ujemne posiewy MRSA. **Wyniki uzyskanych szczepów dostarczyły dowodów na przenoszenie MRSA między ludźmi i krowami oraz między ludźmi w środowisku rodzinnym** (Krukowski et al., 2020).

Mechanizmy występowania antybiooporności u bakterii

Do pewnego czasu panowało przekonanie, że nabywanie oporności ma miejsce jedynie podczas przebywania bakterii w środowisku, w którym stężenie antybiotyku jest znacznie wyższe od minimalnego stężenia hamującego jej wzrost (*ang. minimal inhibitory concentration, MIC*). Obecnie jednak uznaje się, że **nawet niewielkie ilości antybiotyku generują wytwarzanie mechanizmów oporności** (Zalewska *et al.*, 2017; Maynou *et al.*, 2017).

Antybiotykoterapię są w stanie przetrwać tylko szczepy odporne na działanie leku, które następnie w sprzyjających dla nich warunkach nadmiernie się namnażają, wskutek czego zaczynają dominować w swoim środowisku.



Antybiooporność mogą wytworzyć wszystkie bakterie. Może być ona spowodowana naturalną opornością na lek (pierwotną), opornością nabytą (wtórną) lub obydwoma rodzajami oporności jednocześnie.

Oporność nabyta może powstawać w wyniku:

- selekcji szczepów opornych na drodze eliminacji szczepów wrażliwych,
- mutacji genomowych,
- oporności krzyżowej (kiedy oporność na pewne leki oznacza również oporność na inne leki o takim samym mechanizmie działania),
- **horyzontalnego transferu genów.**

Horyzontalny transfer genów – zjawisko bezpośredniego przeniesienia genów z jednego mikroorganizmu do drugiego. Ruchome elementy genetyczne są obecne w środowisku po rozpadzie komórki. Bakterie wrażliwe na substancje przeciwdrobnoustrojowe mogą przejść te elementy na drodze:

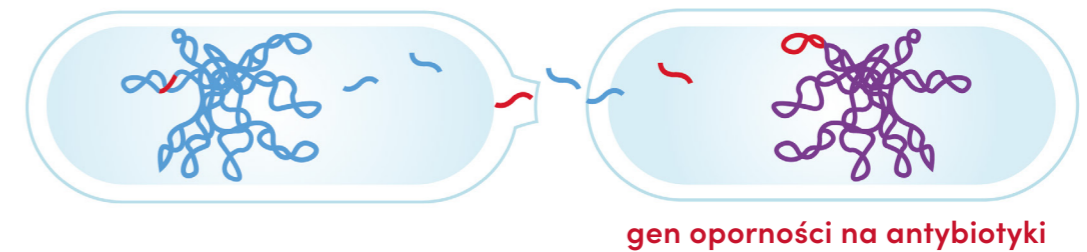
- **transdukcji**, czyli pozyskiwania nowego materiału genetycznego przenoszonego przez bakteriofagi, czyli wirusy atakujące bakterie (bakteria-bakteriofag);

- **koniugacji**, czyli przekazywania informacji genetycznej zapisanej na plazmidzie przez bakterię, która go posiada, do bakterii, która go nie posiada (bakteria-bakteria);
- **transformacji**, czyli pobierania informacji genetycznej zapisanej na plazmidzie znajdującym się w otoczeniu mikroorganizmu (bakteria-wolne DNA).

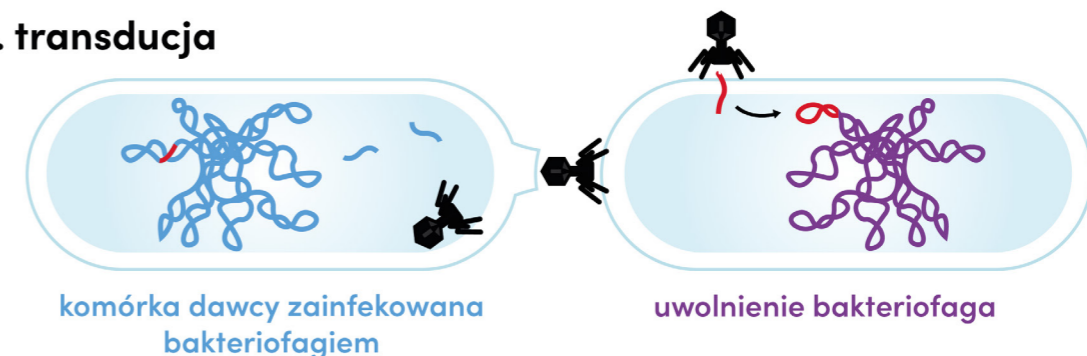
KOMÓRKA DAWCY

KOMÓRKA BIORCY

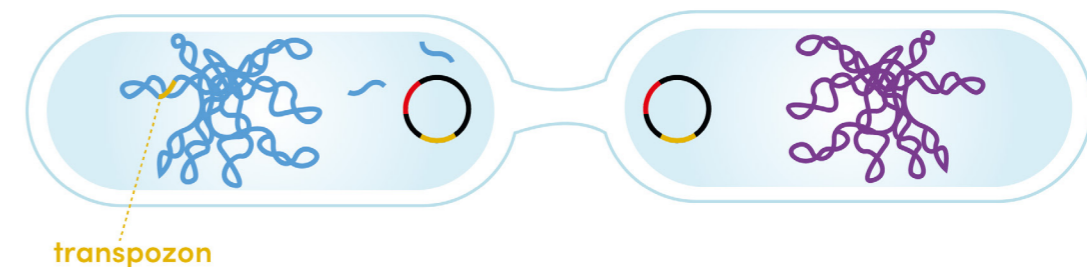
a. transformacja



b. transdukcja



c. koniugacja



Wytworzenia oporności nabytej wiąże się z syntezą odpowiednich białek, będącą dużym wydatkiem energetycznym. Bakterie syntetyzują więc „białka oporności” tylko wtedy, gdy jest to konieczne do ich przeżycia, czyli przy obecności antybiotyku w środowisku. **A zatem istnieje nierozwalny związek między stosowaniem antybiotyku a obecnością w środowisku opornych na tę substancję bakterii.**

Bakterie odporne na antybiotyki mogą przenosić się ze zwierząt na ludzi i odwrotnie na dwa sposoby:

- bezpośrednio – tj. lekooporna bakteria przechodzi z człowieka na zwierzę lub odwrotnie,
- pośrednio – tj. geny oporności z bakterii zwierzęcej przechodzą na bakterię ludzką lub odwrotnie.

Badania nad opornością na tetracykliny prowadzone na mikrobiocie jelitowej świń dowiodły, że większość tych genów znajduje się na ruchomych elementach genetycznych, które uwolnione wraz z odchodami zwierząt mogą przyczyniać się do **utrzymania i rozpowszechniania oporności na antybiotyki w środowiskach wolnych od antybiotyków.**

Dotychczas opisano ponad 20 000 genów kodujących oporność na substancje przeciwdrobnoustrojowe. Podawanie antybiotyków znacząco wpływa na zwiększenie puli tych genów oraz podnosi ryzyko występowania wielolekooporności.

Regulacje prawne dotyczące stosowania antybiotyków w produkcji zwierzęcej

Zbyt częste używanie antybiotyków w weterynarii wynikało głównie ze stosowania tych środków profilaktycznie oraz jako stymulatorów wzrostu masy. W Polsce, jak i w wielu innych krajach na całym świecie, istnieją dziś obostrzenia lub całkowity zakaz stosowania antybiotyków w celach pozaterapeutycznych u zwierząt hodowlanych.

Stosowanie antybiotyków w celu promowania wzrostu zwierząt hodowlanych jest zakazane zarówno w UE, jak i w Ukrainie. Antybiotyki mogą być podawane zwierzętom tylko w uzasadnionych przypadkach i tylko na zalecenie i pod kontrolą lekarza weterynarii.

W Unii Europejskiej od 1 stycznia 2006 r. obowiązuje zakaz obrotu i stosowania antybiotyków jako dodatków paszowych. Wprowadzone zostały też odpowiednie regulacje związane z obowiązkiem monitoringu pozostałości antybiotyków¹² w żywności pochodzenia zwierzęcego oraz antybiotyków (w tym niedozwolonych antybiotykowych stymulatorów wzrostu) w paszach i wodzie przeznaczonej do pojenia zwierząt.

Badania przeprowadzane na fermach całego świata bezsprzecznie wskazują jednak, że prawo jest łamane, a środki przeciwdrobnoustrojowe są nadużywane. Możliwe

¹² Pozostałości antybiotyków- substancje czynne oraz substancje pomocnicze, produkty rozpadu i ich metabolity pozostające w żywności pochodzenia zwierzęcego

jest, że rolnicy dodają pozostawione przez lekarza weterynarii produkty lecznicze z pominięciem odpowiednich wymagań. Anonimowa ankieta przeprowadzona wśród rolników z wybranych regionów Polski wykazała, że na fermach, w których utrzymywana jest trzoda chlewna, duży odsetek stosowanych leków dodawany jest do pasz (Giedrojć-Brzana *et al.*, 2017).

Analiza przeprowadzona w Polsce w latach 2006–2012 (czyli już po wprowadzeniu zakazu) wykazała obecność antybiotyków w 40% próbek pasz, głównie przeznaczonych dla drobiu i trzody chlewnej (Przeniosło-Siwczyńska, Kwiatek, 2013).

Podejmowane są kolejne działania w celu ograniczenia dalszego rozprzestrzeniania się antybiotykooporności w środowisku. Od 28 stycznia 2022 r. we wszystkich państwach członkowskich UE (w tym w Polsce) obowiązuje Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/6 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie weterynaryjnych produktów leczniczych i uchylające dyrektywę 2001/82/WE (Dz. U. L 4/43 z 7.1.2019), które ma regulować m.in. kwestie dotyczące dopuszczenia do obrotu, wytwarzania, przywozu, wywozu, dystrybucji, nadzoru nad bezpieczeństwem farmakoterapii, kontroli i stosowania weterynaryjnych produktów leczniczych. W Polsce na dzień 26.03.2022 roku brak jest ustawy krajowej służącej stosowaniu przepisów ww. rozporządzenia.

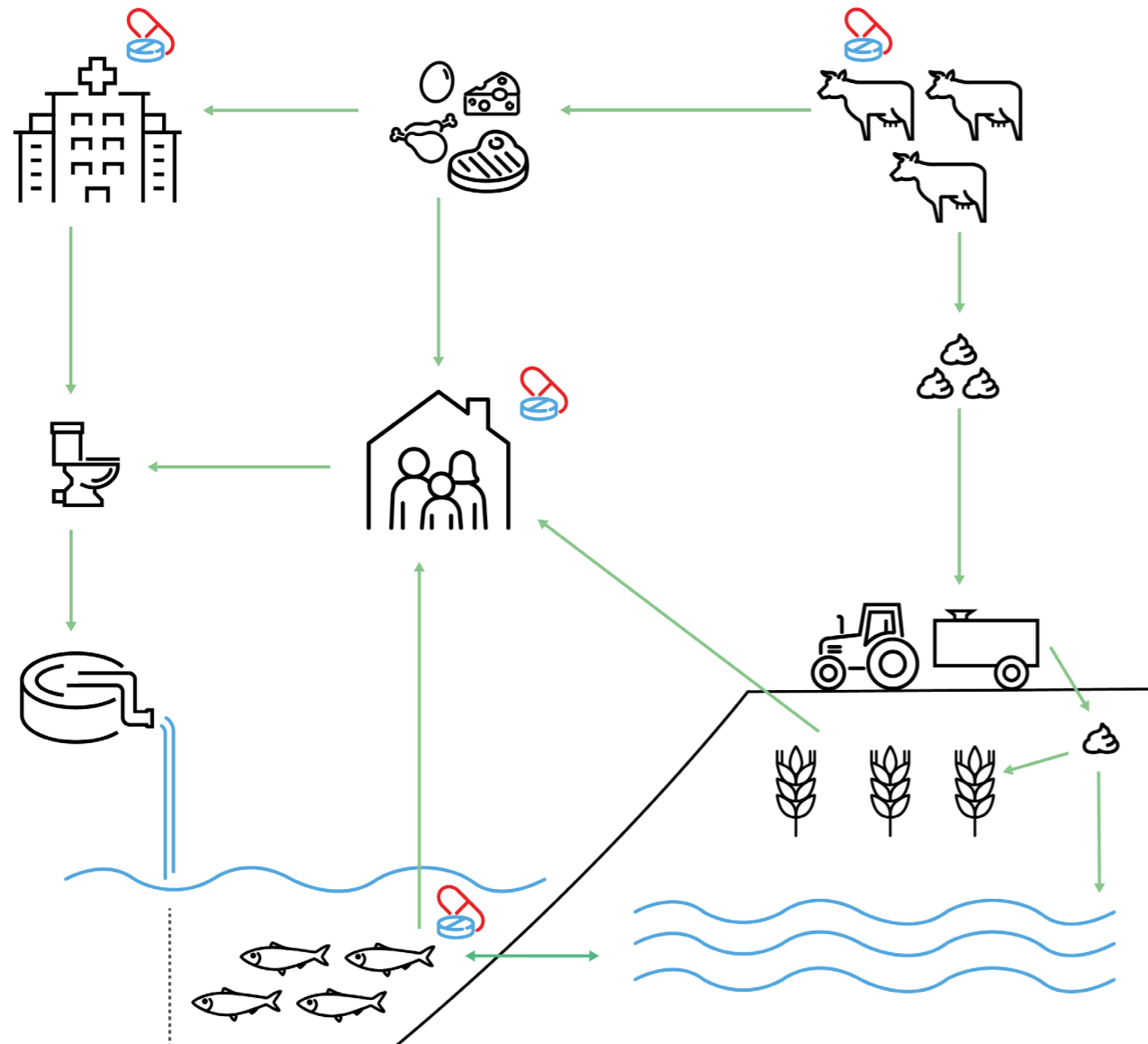
Kraje członkowskie, w tym Polska, są zobowiązane dostosować się do regulacji unijnych w ramach krajowych aktów prawnych, jednak rozporządzenie to pozostawiło część obszarów do regulacji na poziomie krajowym. **Nowe przepisy mają ograniczyć profilaktyczne stosowanie środków przeciwdrobnoustrojowych w celach prewencyjnych do pojedynczych zwierząt, a nie całych ich grup. Leki te mogą być stosowane tylko wtedy, gdy uzasadni to lekarz weterynarii, w przypadkach, gdy istnieje wysokie ryzyko zakażenia.**

Ścieżki rozprzestrzeniania genów oporności na antybiotyki pochodzących z intensywnej hodowli zwierząt

Zanieczyszczenia pochodzące z ferm przemysłowych skutkują szeregiem zagrożeń nie tylko dla bezpośredniego sąsiedztwa gospodarstw, ale również wszystkich komponentów środowiska przyrodniczego. Z ferm bakterie lekooporne oraz ich fragmenty przedostają się do atmosfery w formie bioaerozolu. W wyniku nawożenia pól odchodami zwierzęcymi dostają się one do gleby, skąd spływają do wód powierzchniowych i gruntowych. Mogą również zanieczyszczać hodowane na tych glebach warzywa.

Szczepy bakterii opornych na antybiotyki mogą przenosić się na ludzi również bezpośrednio poprzez kontakt ze zwierzętami lub surowymi produktami spożywczymi pochodzenia

zwierzęcego. W ich przenoszeniu mogą uczestniczyć także dzikie zwierzęta takie jak gryzonie, owady i ptaki. **Prawdopodobieństwo wystąpienia lekoopornych bakterii pochodzenia zwierzęcego u ludzi jest największe u osób mających bezpośredni kontakt ze zwierzętami, ich odchodami lub otoczeniem. Ich rozprzestrzenianie się do środowiska stanowi jednak zagrożenie również dla osób niemieszkających w bezpośredniej okolicy ferm.**



Rys. 1. Drogi rozprzestrzeniania się antybiotykooporności

Bioaerozol

Bioaerozol (inaczej pył organiczny) to stałe i ciekłe cząsteczki rozproszone w powietrzu, wśród których znajdują się m.in.:

- patogenne i niepatogenne bakterie,
- grzyby,
- wirusy,
- endotoksyny bakteryjne.

Zwierzęta, ich odchody, ściółka i pasza są głównym źródłem bioaerozolu w środowisku rolniczym.

intensyfikacja chowu zwierząt gospodarskich = **koncentracja na organicznej przestrzeni coraz większej liczby zwierząt** → **wzrost stężenia zanieczyszczeń w powietrzu (m.in. bioaerozolu)**

W pyłe obecny w pomieszczeniach hodowlanych obecne są również bakterie antybiotykooporne. **Najwyższe stężenia bakterii przenoszonych drogą powietrzną stwierdzono w hodowlach drobiu**, głównie brojlerów, a następnie indyków, kaczek, owiec, kóz, świń, bydła, koni i królików. Poziomy stężenie bakterii różni się w zależności od wielkości stada, rodzaju produkcji, systemu chowu, systemu żywienia, etapu produkcji (wiek i rodzaj stada) i wentylacji.

Badania z całego świata dostarczają dowodów na to, że emisja bioaerozolu z ferm może mieć negatywny wpływ na ludność zamieszkałą w ich otoczeniu, zwłaszcza na obszarach o dużym zagęszczeniu zwierząt gospodarskich.

W 2011 roku porównano stężenia bioaerozolu na fermach zajmujących się hodowlą krów, trzody chlewnej oraz w zakładach paszowych w Ukrainie i Polsce. Określano stężenie pyłu zawieszonego oraz mikroorganizmów obecnych w powietrzu wewnątrz pomieszczeń roboczych. Stwierdzono:

- **w Ukrainie:**
 - stężenie pyłu w budynkach hodowlanych mieściło się w granicach 6–200 mg/m³ powietrza, zaś stężenia mikroorganizmów wahały się od 55 000 do 19 000 000 jtk*/m³ powietrza;
 - w zakładach paszowych stężenie pyłu mieściło się w zakresie 35–306 mg/m³, a stężenia drobnoustrojów w powietrzu wynosiły od 27 000 do 2 600 000 000 jtk/m³.

Największe stężenia pyłu stwierdzono podczas załadunku paszy, karmienia zwierząt oraz usuwania obornika.

- **w Polsce:**

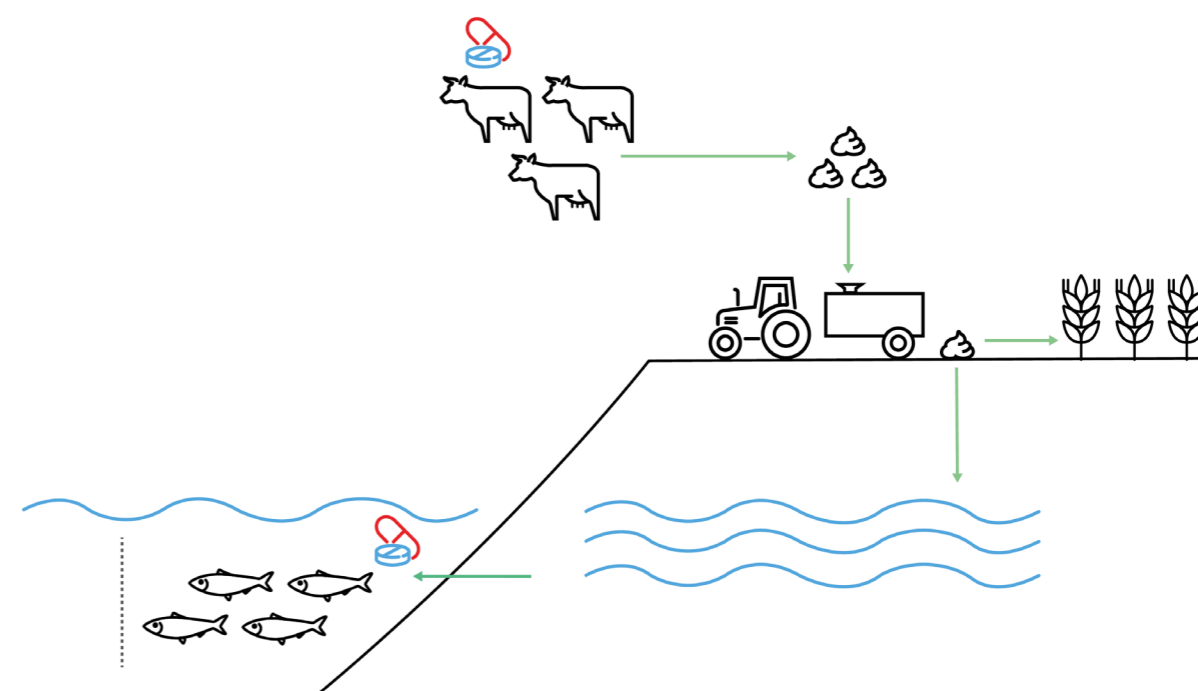
- stężenia pyłu na fermach krów mieściły się w zakresie 0,25–0,80 mg/m³, a stężenia drobnoustrojów obecnych w pyłe – w zakresie 47 000–290 000 jtk/m³;
- na fermach trzody chlewnej stężenie pyłu mieściło się w granicach 3,03–14,05 mg/m³, zaś stężenie drobnoustrojów wynosiło 600 000–1 500 000 jtk/m³;
- w zakładzie wytwarzającym pasze stężenie pyłu mieściło się w zakresie 3,8–405 mg/m³ powietrza, a stężenie drobnoustrojów w powietrzu wynosiły 1 700–2 000 000 jtk/m³ powietrza (Tsapko et al., 2011).

Gnojowica i obornik stosowane do nawożenia pól uprawnych

Zanieczyszczenia bakteryjne przedostają się do powietrza nie tylko przez otwory wentylacyjne, ale również unoszą się wraz z cząstkami stałymi i ciekłymi z pól podczas ich nawożenia odchodami oraz unoszą się podczas zwykłego procesu parowania i suszenia ze zbiorników i lagun wykorzystywanych do składowania i magazynowania odchodów zwierząt hodowlanych.

Stosowanie odchodów jako nawozu prowadzi nie tylko do skażenia środowiska przez drobnoustroje chorobotwórcze w nich obecne, **ale również wprowadzenia do niego antybiotyków i ich pozostałości oraz drobnoustrojów antybiotykoopornych.**

Antybiotyki pozostające w glebie mogą dostawać się do wód powierzchniowych (rzek, jezior i in.), a w obszarach rolnych zanotowano obecność niewielkich stężeń antybiotyków nawet w wodach gruntowych. **Wykorzystanie odchodów zwierzęcych do nawożenia pól może skutkować przeniesieniem patogennych bakterii odzwierzęcych oraz pochodzących od nich genów oporności na mikroorganizmy środowiskowe (Rys. 2).**



Rys.2. Nawożenie pól odchodami zwierzęcymi stanowi źródło antybiotyków, ich pozostałości oraz drobnoustrojów antybiotykoopornych, które z gleby dostają się do wód powierzchniowych.

Należy również wspomnieć, że stosowanie obornika lub gnojowicy jako nawozu na polach, oprócz zanieczyszczenia gleby, generuje bioaerazol przenoszony na znaczne odległości przez wiatr, który jest zazwyczaj silniejszy w otwartym polu. Stwarza to dodatkowe ryzyko rozprzestrzeniania się antybiotyków i bakterii na nie opornych na osoby niemające kontaktu ze zwierzętami.

- Częstość występowania oporności na trimetoprim i sulfametoksazol u szczepów *E. coli* pochodzących od świń z jednej z polskich hodowli była badana na podstawie izolatów z próbek kału prosiąt i loch. Wszystkie osobniki były poddane wcześniejszej terapii po rozpoznaniu kolibakteriozy w stadzie. **Oporność na trimetoprim mieściła się w granicach 97%–100% w przypadku szczepów od prosiąt oraz 69%–86% dla szczepów pochodzących od loch. Wszystkie szczepy izolowane od prosiąt były odporne na sulfametoksazol. Natomiast u loch oporność kształtowała się na poziomie 92%–100%** (Mazurek et al., 2015).
- W innym badaniu, w roku 2015, z kału brojlerów dwóch polskich ferm łącznie wyizolowano 14 szczepów bakterii należących do rodzaju *Campylobacter*. Analiza ich oporności wykazała, że wszystkie były wrażliwe na azytromycynę, erytromycynę, gentamycynę, florfenikol, telitromycynę i klindamycynę, jednocześnie jednak **wykazywały oporność względem cyprofloksacyny. Ponadto 92,9% i 78,6% szczepów izolowanych od brojlerów było opornych na kwas nalidyksowy i tetracyklinę** (Woźniak-Biel et al., 2018).

Gleba

Gleba to naturalny rezerwuar bakterii opornych na środki przeciwdrobnoustrojowe, co wynika z obecności w tym środowisku mikroorganizmów zdolnych do syntezy antybiotyków. Hodowla zwierzęca zwiększa i zmienia jednak pulę genów oporności na antybiotyki obecne w środowisku. Gleba nawożona odchodami stanowi dla bakterii środowisko sprzyjające nabywaniu antybiotykooporności – w glebie bakterie środowiskowe mają kontakt z antybiotykami pochodzącymi z nawożenia pól odchodami zwierząt lub osadami pozostałymi z oczyszczania ścieków komunalnych. Obecność dużej liczby bakterii glebowych sprzyja procesowi transferu genów oporności na antybiotyki.

W 2012 roku dokonano analizy różnego rodzaju gleb pod kątem występowania w nich lekoopornych bakterii oraz obecności genów oporności. Badania przeprowadzono na pięciu rodzajach gleb i kompoście:

1. kompoście z pozostałości roślinnych (nie stosowano obornika ani antybiotyków),
2. glebie z sosnowego lasu (nie stosowano obornika ani antybiotyków),
3. glebie z ogrodu warzywnego (stosowano obornik),
4. glebie z sadu jabłoniowego,
5. glebie z mieszanego sadu owocowego,
6. glebie z gruntów ornych.

Gleby do intensywnej uprawy warzyw i owoców (4–6) pochodziły z systemów upraw, w których stosowano antybiotyki (streptomycynę i oksytetracyklinę). Obornik uzyskano od zwierząt, którym podawano erytromycynę. **Gleby kompostowane i leśne charakteryzowały się niższym poziomem oporności na antybiotyki niż gleby rolnicze i ogrodowe. Bakterie wielolekooporne wykryto tylko w glebie ogrodu warzywnego, która również miała najwyższy poziom oporności na trzy klasy antybiotyków (tetracyklinę, erytromycynę, streptomycynę).** Gleby nieuzdatniane obornikiem zawierały większe ilości bakterii opornych na antybiotyki, ale miały mniej genów oporności na antybiotyki i nie wykazywały oporności wielolekowej. (Popowska *et al.*, 2012).

W innym badaniu oceniono częstość występowania szczepów bakterii opornych na antybiotyki oraz zawartość wybranych 26 farmaceutyków w 85 próbkach gleby z okolic fermy. Badania przeprowadzono w marcu i lipcu w polskim gospodarstwie, w którym kurnik czyszczono i dezynfekowano po każdym nowym stadzie. Próby gleby pobrano z trzech obszarów:

- obszar A (66 próbek): bezpośrednio przed kurnikiem (miejsce składowania zużytej ściółki), 1 m od kurnika, 10 m od kurnika i 50 m od kurnika;
- obszar B (15 próbek): 450 m od kurnika;
- obszar C (4 próbki): 1000 m od kurnika (teren poza granicami gospodarstwa).

Wyizolowane bakterie badano pod kątem występowania u nich oporności na 5 antybiotyków (trimetoprim, sulfametazynę, tetracyklinę, spektynomycynę i cyprofloksacynę). **Najbardziej zanieczyszczona była próba pobrana w marcu, pochodząca z miejsca składowania zużytej ściółki (6 substancji). Ponadto poziomy stężenie sulfametazyny i sulfanilamidu w próbkach pobranych w lipcu były około pięciokrotnie wyższe niż te wykryte w marcu.** Największą oporność badanych szczepów zaobserwowano w przypadku sulfametazyny i trimetoprimu. W glebie z fermy drobiu wykazano obecność jedynie odpowiednio 6 i 7 izolatów niewykazujących oporności na te leki, wszystkie pozostałe izolaty z obszaru A wykazywały wobec nich oporność. W próbce gleby pobranej 450 m od gospodarstwa liczba ta była jeszcze niższa, gdyż tylko dwa szczepy były wrażliwe na trimetoprim i żaden na sulfametazynę. W strefie 1000 m od fermy żaden ze szczepów nie był wrażliwy na wymienione antybiotyki. Nie stwierdzono istotnej różnicy między opornością bakterii badanej w różnych odległościach od fermy (Wychođnik *et al.*, 2020).

Wody powierzchniowe, gruntowe i opadowe

Odchody zwierzęce zanieczyszczają wody gruntowe i powierzchniowe, stąd dodatkowym **źródłem zakażenia dla ludzi i zwierząt stają się warzywa i owoce skażone antybiotykoopornymi bakteriami pochodzącymi z gleby i wody użytej do ich nawadniania.** Obecność antybiotyków została wykazana w wodach w niedużych odległościach od oczyszczalni ścieków, miejsc składowania odpadów pochodzenia zwierzęcego, wodach powierzchniowych oraz osadach rzecznych (Jeżak, Kozajda, 2021).

Muchy

Mucha domowa może przenosić bakterie do ludzkich domostw, w tym bezpośrednio na żywność i człowieka. Udokumentowano przenoszenie przez muchy lekoopornych bakterii, m.in. *S. aureus* i *E. coli* (Poudel *et al.*, 2019).

W środowisku ferm obecność much jest zazwyczaj nasiloną, gdyż odżywiają się one i rozmnażają w odchodach zwierzęcych oraz na rozkładających się substancjach organicznych. Owady te w sposób ciągły przemieszczają się między budynkami ferm a ludzkimi domostwami, co może prowadzić do przenoszenia patogenów na ludzi. Źródło transmisji stanowią nie tylko same hodowle zwierząt, ale też pola nawożone odchodami. **Zauważono korelację pomiędzy zwiększoną częstością biegunek u ludzi a wzrostem populacji much.**

- Badanie przeprowadzone w Danii potwierdziło, że muchy domowe przenoszą

bardzo zróżnicowane grupy mikroorganizmów. **Wśród nich wyizolowano bakterie patogene dla człowieka z rodzajów *Enterococcus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Campylobacter* i *Klebsiella*.** Aż 42% wszystkich poddanych badaniu much domowych, zebranych w okolicach farm mlecznych, było nosicielami bakterii *Campylobacter* spp. (Bahrndorff et al., 2017).

Pracownicy ferm

LA-MRSA zostały wyizolowane na fermach hodowli świń, bydła, cieląt **oraz – w największej skali – na fermach drobiu.** Najwyższe ryzyko infekcji bakteriami odzwierzęcymi dotyczy pracowników ferm i lekarzy weterynarii oraz ich rodzin. Ponadto nie tylko praca, ale **również mieszkanie w otoczeniu ferm hodowli drobiu jest czynnikiem podnoszącym ryzyko nosicielstwa LA-MRSA.**

Pracownicy ferm, lekarze weterynarii oraz okoliczni mieszkańcy przenoszą do innych środowisk patogene bakterie odzwierzęce, w tym te antybiooporne. Istotnym źródłem odzwierzęcych patogenów są także ścieki komunalne pochodzące z domów, w których mieszkają ludzie będący nosicielami antybioopornych bakterii.

W latach 2010–2012 na 123 polskich fermach pobierano próby w postaci wymazów z nosa od właścicieli i pracowników polskich gospodarstw, lekarzy weterynarii pracujących na fermach oraz hodowanych w nich świń. Celem analizy było określenie częstości występowania szczepów gronkowca złocistego. Pobrano też próbki pyłu z kojców i przewodów wentylacyjnych. Gronkowca złocistego zidentyfikowano w 64,2% gospodarstw, w **32% z tych gospodarstw zidentyfikowane szczepy były oporne na metycylinę (LA-MRSA).** LA-MRSA wykryto również w izolatach od kilku hodowców i w pyłe (Mroczkowska et al., 2017).

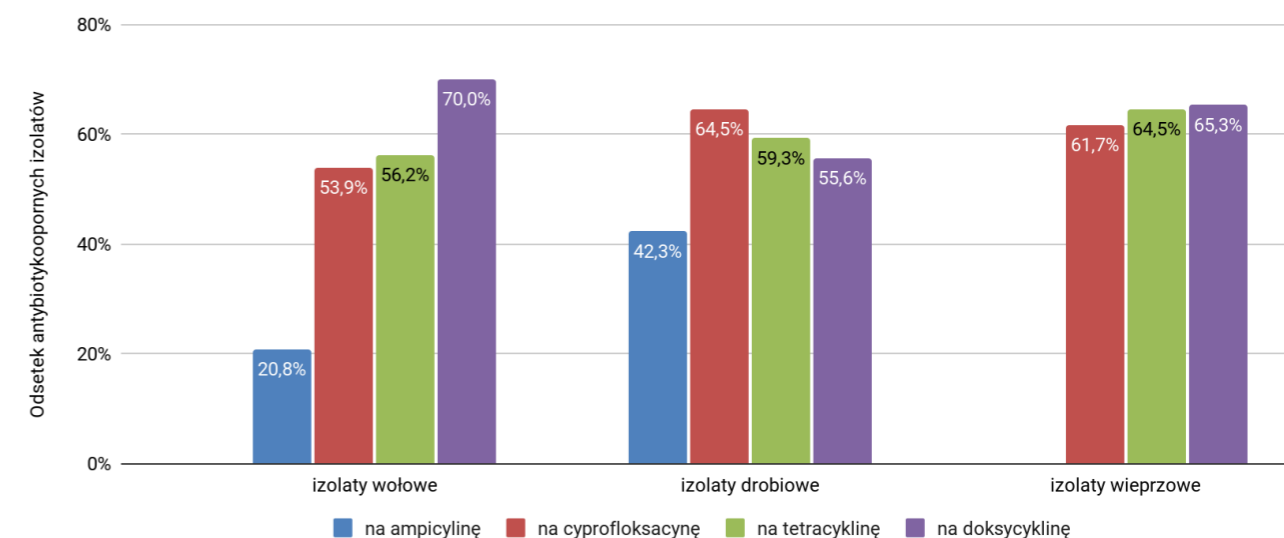
Do najpoważniejszych skutków emisji bakterii z ferm do otoczenia zalicza się ich zawleczenie do szpitali, gdzie stanowią przyczynę zakażeń wewnątrzszpitalnych.

Ubojnie

Fermy to tylko jedno z ogniw długiego łańcucha produkcji odzwierzęcej. Kolejnym istotnym punktem są rzeźnie, w których zużywa się duże ilości wody. Woda z różnych etapów produkcji w rzeźniach stanowi źródło bakterii ESKAPE¹³ i *E. coli*. Niedostateczne oczyszczanie w przykładowych oczyszczalniach ścieków może stanowić drogę przenoszenia bakterii antybioopornych do środowiska (Savin et al., 2020).

¹³ ESKAPE – grupa 6 patogenów będących najczęstszymi przyczynami zakażeń wewnątrzszpitalnych. Akronim pochodzi od ich nazw: *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* i *Enterobacter* spp.

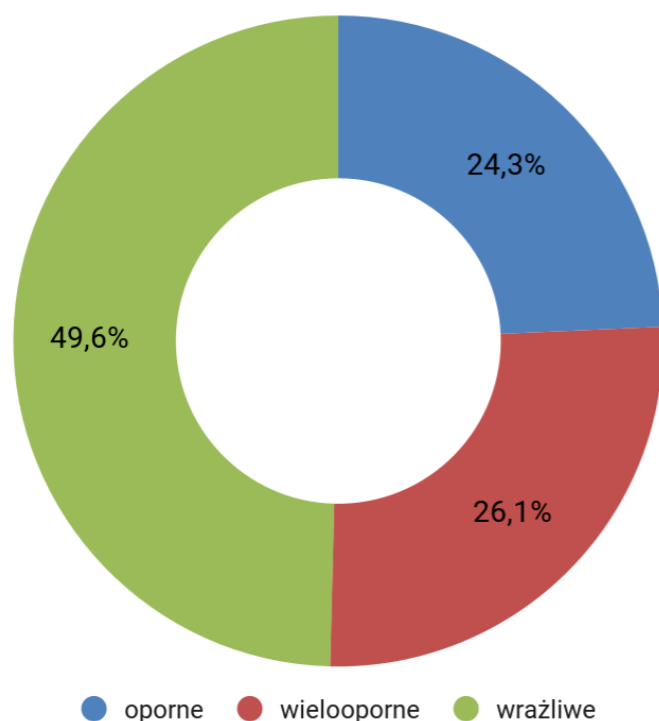
- W badaniach analizujących występowania bakterii z rodzaju *Campylobacter* wśród zwierząt rzeźnych zbadano treść jelit cienkich oraz wymazy z tuszek drobiowych, tusz wieprzowych i wołowych. Następnie oceniono wrażliwość wyizolowanych bakterii na antybiotyki. Odsetek izolatów, w których stwierdzono występowanie szczepów antybioopornych, przedstawia rysunek 3.



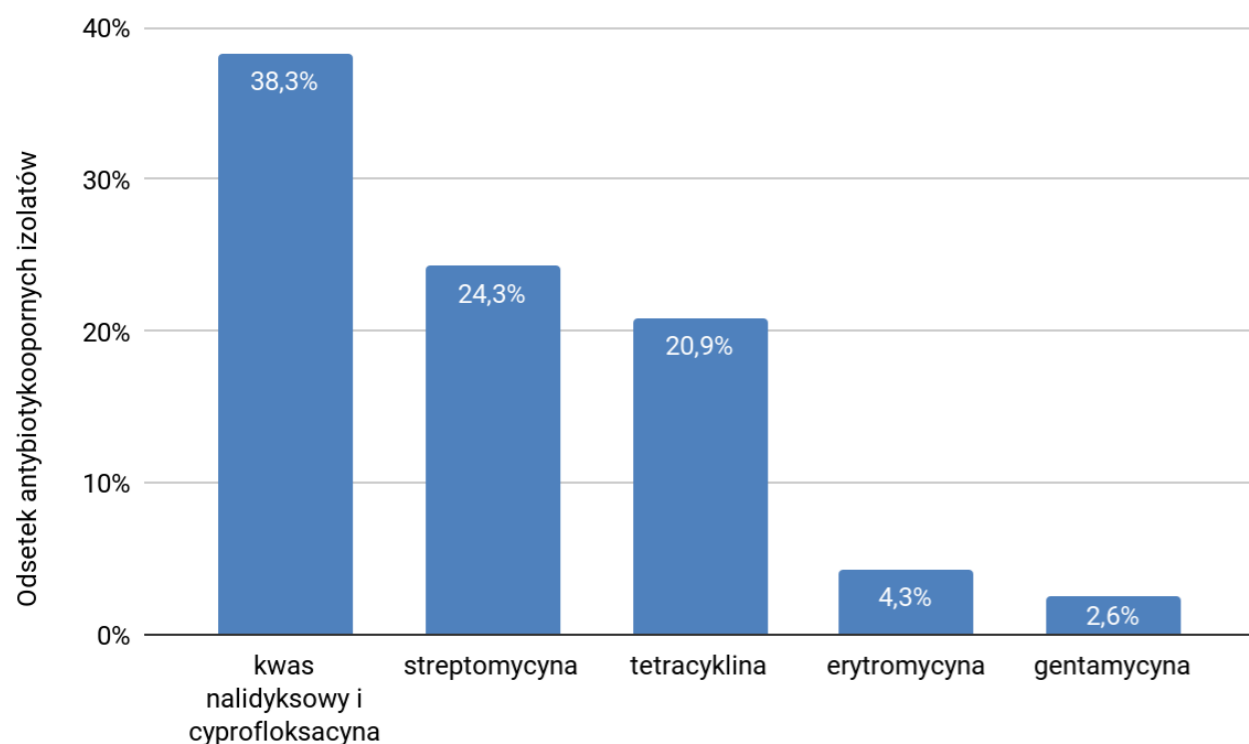
Rys. 3. Odsetki izolatów wołowych, drobiowych i wieprzowych, w których stwierdzono oporność bakterii z rodzaju *Campylobacter* na określone antybiotyki

Wielooporność na wszystkie badane antybiotyki jednocześnie potwierdzono u 3,8% izolatów wołowych, 2,9% izolatów drobiowych oraz 4,2% izolatów wieprzowych (Wysok et al., 2015).

- W innej pracy oznaczono oporność na antybiotyki bakterii z gatunków *Campylobacter jejuni* i *Campylobacter coli* wyizolowanych z tusz ubitego w kilku polskich rzeźniach bydła. 50,4% izolatów było opornych na jeden lub więcej środków przeciwdrobnoustrojowych. **Wielolekooporność, definiowaną jako oporność na środki przeciwdrobnoustrojowe należące do co najmniej dwóch różnych klas antybiotyków, stwierdzono u 26,1% badanych szczepów.** Najwyższy poziom oporności obserwowano na chinolony i fluorochinolony (kwas nalidyksowy i cyprofloksacyna), łącznie to 38,3% izolatów. Ponadto 24,3% szczepów *Campylobacter* było opornych na streptomycynę, a 20,9% na tetracyklinę. Wykazano, że 5 (4,3%) szczepów było opornych na erytromycynę, a 3 (2,6%) na gentamycynę (Wieczorek et al., 2013a). Rezultaty przedstawiono **na rysunkach 4 i 5.**



Rys. 4. Odsetki izolatów wołowych, w których stwierdzono oporność bakterii z gatunków *C. jejuni* i *C. coli*



Rys. 5. Odsetki izolatów wołowych, w których stwierdzono oporność bakterii gatunków *C. jejuni* i *C. coli* na określone antybiotyki

Produkty odzwierzęce (mięso, mleko, jaja)

Następstwem nadużywania antybiotyków i braku stosowania odpowiednich okresów karencji¹⁴ jest obecność tych związków oraz ich pozostałości w żywności pochodzenia zwierzęcego. Antybiotyki obecne w paszach i wodzie do pojenia mogą kumulować się w tkankach i mięsie zwierząt hodowlanych. **Nawet nieduże dawki przyjmowane przez dłuższy czas z żywnością mogą przyczynić się do powstawania w organizmie ludzkim lekoopornych szczepów bakteryjnych.**

- W latach 2003–2005 określono oporność na antybiotyki bakterii z gatunków *Campylobacter jejuni* i *Campylobacter coli* wyizolowanych z tuszek kurzych, pochodzących z warszawskich marketów, oraz z próbek kału dzieci, u których wystąpiła biegunka. Próbkę kału otrzymano z trzech warszawskich szpitali pediatrycznych.

Największą oporność izolatów, zarówno pochodzących od ludzi, jak i tych od tuszek kurzych, obserwowano w przypadku cyprofloksacyny (ponad 40%). W latach 2003–2005 oporność na ampicilinę wzrosła z 8% do 35,5% u izolatów ludzkich, oraz z 5,8% do 30,4% u izolatów z tuszek kurzych. Z kolei oporność na tetracykliny wzrosła z 0% do 17,3% u izolatów drobiowych. Ponadto u wszystkich szczepów opornych na chinolony stwierdzono oporność krzyżową na kwas nalidyksowy i cyprofloksacynę.

Nieduże różnice w oporności między izolatami pochodzącymi od ludzi i od drobiu wskazują, że chociaż mięso kurze nie jest jedynym źródłem zakażeń bakteriami z rodzaju *Campylobacter*, może być ogniwem w przenoszeniu lekoopornych szczepów na ludzi (Rożynek et al., 2008).

- W latach 2009–2011 badano próbki z tuszek bydłych i wieprzowych z rzeźni zlokalizowanych na terenie całej Polski. W 70 próbkach zidentyfikowano obecność bakterii z rodzaju *Campylobacter*, tj. w 53 (29,9%) tuszach wieprzowych i 17 (14,9%) tuszach bydłych. Wszystkie wyizolowane szczepy *C. jejuni* i *C. coli* były oporne na gentamycynę i chloramfenikol. Analiza wykazała, że bakterie z rodzaju *Campylobacter* najczęściej były oporne na chinolony (łącznie 57,1% izolatów) oraz streptomycynę (52,9%, tylko szczepy *C. coli*) i tetracyklinę (51,4%). Oporność na erytromycynę wykazano jedynie u 4 szczepów *C. coli* pochodzących z tuszek wieprzowych. **Jednoczesną oporność na środki przeciwdrobnoustrojowe należące do co najmniej dwóch różnych klas zaobserwowano w przypadku 43 (spośród 70) analizowanych izolatów, głównie *C. coli* pozyskanych z tuszek wieprzowych (35 izolatów)** (Wieczorek, Osek, 2013b).
- W latach 2008–2012 stacje sanitarno-epidemiologiczne z całej Polski wyizolowały szczepy bakterii z rodzaju *Salmonella* z detalicznych produktów mięsnych. 68,9% izolowanych szczepów było opornych na jeden lub więcej związków

¹⁴ Okres karencji – czas, jaki musi upłynąć między podaniem zwierzęciu leku a pozyskaniem od niego tkanki lub produktów zdatnych do spożycia przez ludzi.

przeciwdrobnoustrojowych. Najczęściej obserwowano oporność na kwas nalidyksowy (52,8%), ale także na tetracyklinę (32,1%), ampicylinę (28,3%), streptomycynę (28,3%) i sulfonamidy (26,4%). **Szczepy *Salmonella* wyizolowane z mięsa drobiowego charakteryzowało najszersze spektrum oporności** (Mąka *et al.*, 2015).

- W 2019 roku zbadano w Polsce próbki mięsa dostarczane z zakładów mięsnych. Cechy oporności na antybiotyki wykazano u 37,7% izolowanych szczepów bakterii. 65% z nich wykazywało oporność na jeden antybiotyk. **Aż 35% z nich było opornych na co najmniej 2 substancje.** Najczęściej obserwowano oporność na cefalosporyny, penicyliny i trimetoprim z sulfametoksazolem (Szewczyk *et al.*, 2019).
- W 2019 roku zbadano występowanie zjawiska lekooporności wśród 7 szczepów *Staphylococcus aureus* wyizolowanych z prób z zakładów przetwórstwa mięsnego pochodzących z różnych regionów Ukrainy. **Analiza wykazała, że tylko jeden ze szczepów był wrażliwy na wszystkie spośród 18 badanych antybiotyków. W badaniu stwierdzono, że 6 szczepów wykazywało wielolekooporność, w tym 1 z nich był oporny aż na 16 związków przeciwdrobnoustrojowych** (Garkavenko *et al.*, 2019).
- W 2018 roku przebadano 300 próbek mleka z polskich gospodarstw produkcyjnych. W 16 próbkach wykryto bakterie z rodzaju *Salmonella*, wszystkie należące do gatunku *S. enteritidis*. 100% badanych izolatów było wrażliwych na 3 spośród 7 analizowanych antybiotyków (cyprofloksacynę, gentamycynę i chloramfenikol). **Aż 87,5% izolatów wykazywało oporność na co najmniej jeden z pozostałych badanych antybiotyków** (erytromycynę, ampicylinę, tetracyklinę lub doksycyklinę). **Ponadto w przypadku 26% izolatów potwierdzono występowanie wielolekooporności.** Wysoki poziom występowania oporności na związki przeciwdrobnoustrojowe wśród bakterii *Salmonella* wyizolowanych z mleka najlepiej obrazuje informacja, że tylko 2 z 16 (12,5%) badanych izolatów były wrażliwe na wszystkie analizowane w badaniu antybiotyki (Wiszniewska-Łaszczych *et al.*, 2018).
- Stacjesanitarno-epidemiologiczne z całej Polski badały latach 2008–2012 detaliczne produkty żywnościowe inne niż mięso pod kątem obecności bakterii z rodzaju *Salmonella* i ich antybiotykooporności. Wśród badanych produktów znalazły się jaja, z których wyizolowano 25 szczepów *Salmonella*. **Analiza lekooporności wykazała, że 17 (68%) izolatów pochodzących z jaj wykazywało oporność na jeden lub dwa antybiotyki** (Mąka *et al.*, 2014).
- W latach 2011–2012 przeprowadzono badanie w dwóch polskich rzeźniach posiadających własne zakłady mięsne. Gronkowca złocistego wykryto w 19% z 1074 wymazów z nosa świń i w 40% z 536 izolatów z mięsa. 8,6% izolatów oznaczono jako MRSA – wszystkie pochodziły z wymazów z nosa. **100% izolatów MRSA było opornych na cefoksytynę, oksacylinę, penicylinę i tetracyklinę oraz wrażliwe na**

gentamycynę, erytromycynę, cyprofloksacynę, norfloksacynę i wankomycynę (Krupa *et al.*, 2015).

- W latach 2014–2016 w Ukrainie zbadano próbki surowego mleka i wymazy ze skóry wymion od zdrowych krów i od krów z zapaleniem wymienia. Przebadano również próbki środowiskowe pochodzące z automatycznych dojarek, wymazów z cystern do przewożenia mleka, prób paszy oraz z podłóg budynków gospodarczych. W 37,6% spośród 165 prób potwierdzono występowanie gronkowca złocistego. Najwyższy odsetek oporności wśród badanych izolatów obserwowano w przypadku penicyliny i oksacyliny. Część izolatów wykazujących oporność na te dwa leki była również oporna na wankomycynę. Wysoki poziom oporności obserwowano również w przypadku linkomycyny i tetracykliny. Na cyprofloksacynę opornych było 6 szczepów, a na streptomycynę 3 izolaty. Większość badanych izolatów była wrażliwa na gentamycynę, enrofloksacynę i erytromycynę. **Część spośród izolatów wykazywała cechy wielolekooporności, wiele z nich było opornych na 5 antybiotyków jednocześnie** (Berhilevych *et al.*, 2017).

Szereg doniesień o wykryciu antybiotykoopornych bakterii w żywności pochodzenia zwierzęcego (m.in. surowe mięso czy jaja) należy traktować raczej jako wskaźnik skali rozprzestrzenienia tych mikroorganizmów w produkcji zwierzęcej niż w kategoriach rzeczywistego ryzyka dla zdrowia konsumentów. **Przy zachowaniu właściwej higieny i prawidłowej obróbki termicznej produkty te stwarzają ograniczone ryzyko infekcji.**

Podsumowanie i wnioski

Intensywna hodowla zwierząt jest źródłem emisji patogennych i antybiotykoopornych bakterii do otoczenia, jednak ocena stopnia, w jakim przekłada się to na faktyczną zachorowalność mieszkańców okolic ferm, jest na obecnym etapie wiedzy trudna do oszacowania. Przy tak małej liczbie badań wykonanych w sąsiedztwie gospodarstw trudno wnioskować nawet o szacunkowym poziomie ryzyka zdrowotnego związanego z antybiotykoopornością bakterii odzwierzęcych dla mieszkańców. Zachodzi zatem potrzeba szerokich badań przeprowadzonych w warunkach polskich oraz ukraińskich, tak aby prawidłowo i realnie ocenić bezpieczną dla zdrowia mieszkańców odległość od granicy ferm. Warto również nadmienić, że ryzyko emisji antybiotykoopornych bakterii do otoczenia dotyczy nie tylko hodowli zwierząt, ale również innych zakładów z łańcucha dostaw żywności odzwierzęcej, szczególnie ubojni.

Mimo że kwestie związane z użyciem antybiotyków w hodowli zwierząt zostały w Unii Europejskiej prawnie uregulowane i prowadzony jest ścisły nadzór nad ich stosowaniem, z doniesień naukowych w dalszym ciągu wyłania się obraz rosnącego odsetka bakterii lekoopornych. Analiza wyników badań dotyczących występowania patogennych bakterii w środowisku ferm zwierzęcych niezabicie pokazuje, że problem lekooporności, w tym też wielolekooporności, dotyczy całego globu. Aktualne doniesienia literatury z wielu

dziedzin i rejonów świata wskazują na konieczność pilnego zajęcia się tym tematem i zwrócenia oczu opinii publicznej na rosnący problem natury globalnej.

W 2018 roku Najwyższa Izba Kontroli opublikowała raport o stosowaniu antybiotyków w hodowli zwierząt. W trakcie kontroli odnotowano wprowadzenie do obrotu ponad 50 ton produktów spożywczych zawierających pozostałości antybiotyków. W raporcie wyraźnie podkreślono, że „**obecny system nadzoru** nie tylko ma luki, ale wręcz nie może być skuteczny, a tym bardziej **nie może gwarantować, że mięso, które trafia do sprzedaży, jest bezpieczne dla zdrowia konsumentów**”.

Przykład:

„Umiejscowiony w strukturach wojewódzkich inspektoratów weterynaryjnych jednoosobowy Zespół ds. Nadzoru Farmaceutycznego miał uprawnienia do przeprowadzania kontroli obrotu antybiotykami w hurtowniach farmaceutycznych oraz w zakładach leczniczych dla zwierząt. Nie miał natomiast uprawnień do przeprowadzania kontroli w tym zakresie w najbardziej newralgicznych miejscach, czyli w gospodarstwach zajmujących się produkcją zwierząt, których tkanki lub produkty wprowadzane są do łańcucha żywieniowego. Uprawnienia do kontroli gospodarstw miały powiatowe inspektoraty weterynarii, jednak bez możliwości przeprowadzania kontroli działań lekarzy weterynarii (zakładów leczniczych) ordynujących leki”.

(NIK 2018)

Po kontroli zasugerowano wprowadzenie następujących rozwiązań:

- **opracowanie i wdrażanie programu ograniczania i stosowania antybiotyków,**
- **wprowadzenie obowiązku raportowania o użyciu antybiotyków** lub **utworzenie bazy danych pozwalającej na monitorowanie poziomu wykorzystywania antybiotyków** w gospodarstwach,
- **wyznaczenie dopuszczalnych limitów ilości antybiotyków użytych** w gospodarstwie,
- **prowadzenie na szeroką skalę akcji informacyjno-edukacyjnych** na rzecz rozważnego stosowania antybiotyków w produkcji zwierzęcej,
- **eliminowanie przyczyn uzasadniających konieczność stosowania antybiotyków** poprzez m.in. poprawę dobrostanu zwierząt i bioasekurację.

Niewątpliwie krokiem w dobrą stronę jest wchodzące w życie w 2022 roku rozporządzenie UE regulujące m.in. kwestie dotyczące dopuszczenia do obrotu, wytwarzania, dystrybucji i nadzoru stosowania weterynaryjnych produktów leczniczych. Prawo to ma na celu zmianę trendu wzrostowego w rozprzestrzenianiu się antybiotykooporności w środowisku przemysłowej hodowli zwierząt w Unii Europejskiej. Należy jednak wyraźnie zaznaczyć, że tylko wspólne działanie władz rządowych, świata nauki i hodowców zwierząt daje szansę na spowolnienie tego procesu. Pierwszym krokiem ku poprawie sytuacji powinno być

podnoszenie społecznej świadomości odnośnie do stosowania antybiotyków, gdyż problem dotyczy nie tylko nadużywania tych środków w weterynarii, ale również w medycynie.

W 2019 roku NIK opublikowała raport na temat stosowania antybiotyków w leczeniu ludzi. Wnioski płynące z kontroli były równie niepokojące. W związku z tym zaproponowano dodatkowe rozwiązania dotyczące wykorzystywania antybiotyków w medycynie ludzkiej:

- utworzenie systemu monitorowania lekooporności w kraju,
- utworzenie jednostki pełniącej rolę krajowego centrum kontroli zakażeń, lekooporności i konsumpcji antybiotyków.

Poszukiwanie nowych antybiotyków nie stanowi dobrej alternatywy dla rozwiązania problemu. Wiadomo, że bakterie szybko wykształcą mechanizm oporności na nowy lek. Eksperci na całym świecie jednym głosem wskazują jedyne słuszne rozwiązanie w postaci ograniczenia stosowania środków przeciwdrobnoustrojowych w medycynie i weterynarii. **Jeśli nie nastąpi radykalne zmniejszenie częstości stosowania antybiotyków, to wedle szacunków większość środków obecnie stosowanych w zakażeniach ludzi i zwierząt będzie bezużyteczna najdalej w ciągu dekady, cofając ludzkość do ery przedantybiotkowej.**

Rozdział powstał na podstawie artykułu:

Jeżak K, Kozajda A. Occurrence and spread of antibiotic-resistant bacteria on animal farms and in their vicinity in Poland and Ukraine-review. Environ Sci Pollut Res Int. 2022Feb;29(7):9533-9559. doi: 10.1007/s11356-021-17773-z.

Bibliografia:

Akova M., Epidemiology of antimicrobial resistance in bloodstream infections, „Virulence” 2016, nr 7(3), s. 252–266.

Argudín M.A., Deplano A., Meghraoui A., Dodémont M., Heinrichs A., Denis O., Nonhoff C., Roisin S., Bacteria from Animals as a Pool of Antimicrobial Resistance Genes, „Antibiotics” 2017, nr 6(2), s. 12.

Bahrndorff S., de Jonge N., Skovgård H., Nielsen J. L., Bacterial Communities Associated with Houseflies (*Musca domestica* L.) Sampled within and between Farms, „PLoS ONE” 2017, nr 12(1).

Buczyńska A., Szadkowska-Stańczyk I., Occupational hygiene and health hazards related to concentrated animal feeding operations (CAFOs), „Med Pr.” 2010, nr 61(3), s. 323–331.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Antibiotic resistance threats in the United States, 2013.

Giedrojc-Brzana U., Kosek-Paszowska K., Rudy A., Problemy Inspekcji Weterynaryjnej przy nadzorowaniu stosowania antybiotyków w leczeniu zwierząt gospodarskich, „Życie Weterynaryjne” 2017, nr 2(1), s. 61–66.

Krukowski H., Bakuła Z., Iskra M., Olender A., Bis-Wencel H., Jagielski T., The first outbreak of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in dairy cattle in Poland with evidence of on-farm and intrahousehold transmission, „J Dairy Sci.” 2020, nr 103(11), s. 10577–10584.

Krupa P., Bystron J., Podkowik M., Empel J., Mroczkowska A., Bania J., Population structure and oxacillin resistance of *Staphylococcus aureus* from pigs and pork meat in South-West of Poland, „Biomed Res Int.” 2015:141475.

Maynou G., Bach A., Terré M., Feeding of waste milk to Holstein calves affects antimicrobial resistance of *Escherichia coli* and *Pasteurella multocida* isolated from fecal and nasal swabs, „J Dairy Sci.” 2017, nr 100, s. 2682–2694.

Mazurek J., Bok E., Stosik M., Baldy-Chudzik K., Antimicrobial resistance in commensal *Escherichia coli* from pigs during metaphylactic trimethoprim and sulfamethoxazole treatment and in the post-exposure period, „Int J Environ Res Public Health” 2015, nr 12(2), s. 2150–2163.

Mąka Ł., Maćkiw E., Ścieżyńska H., Pawłowska K., Popowska M., Antimicrobial susceptibility of *Salmonella* strains isolated from retail meat products in Poland between 2008 and 2012, „Food Control” 2014, nr 36(1), s. 199–204.

Mąka Ł., Maćkiw E., Ścieżyńska H., Popowska M., Occurrence and antimicrobial resistance of *Salmonella* spp. isolated from food other than meat in Poland, „Ann Agric Environ Med.” 2015, nr 22(3), s. 403–408.

Mroczkowska A., Żmudzki J., Marszałek N., Orczykowska-Kotyńska M., Komorowska I., Nowak A. et al., Livestock-associated *Staphylococcus aureus* on Polish pig farms, „PLoS ONE” 2017, nr 12(2).

NIK, Raport Najwyższej Izby Kontroli o stosowaniu antybiotyków w hodowli zwierząt, 2018 [ostatni dostęp online 14.01.2022: <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/nik-o-stosowaniu-antybiotykow-w-nbsp-hodowli-zwierzat-w-nbsp-woj-lubuskim.html>].

NIK, Raport Najwyższej Izby Kontroli o leczeniu antybiotykami, 2019 [ostatni dostęp online 14.01.2022: <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/antybiotyki-i-co-dalej.html>].

O'Neill J. (Chair), Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations, „The Review on Antimicrobial Resistance” London 2016, [ostatni dostęp online 26.11.2023: <https://apo.org.au/sites/default/files/resource-files/2016-05/apo-nid63983.pdf>].

O'Neill J., Antimicrobial Resistance: Tackling a Crisis for the Health and Wealth of Nations, „The Review on Antimicrobial Resistance” 2014, s. 4–16.

Popowska M., Rzczycka M., Miernik A., Krawczyk-Balska A., Walsh F., Duffy B., Influence of soil use on prevalence of tetracycline, streptomycin, and erythromycin resistance and associated resistance genes, „Antimicrob Agents Chemother” 2012, nr 56(3), s. 1434–1443.

Poudel A., Hathcock T., Butaye P., Kang Y., Price S., Macklin K., Walz P., Cattley R., Kalalah A., Adekanmbi F., Wang C., Multidrug-Resistant *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* and *Staphylococcus* spp. in Houseflies and Blowflies from Farms and Their Environmental Settings, „Int J Environ Res Public Health” 2019, nr 16(19)s. 3583.

Przeniosło-Siwczyńska M., Kwiatek K., Dlaczego zakazano stosowania w żywieniu zwierząt antybiotykowych stymulatorów wzrostu?, „Życie Wet.” 2013, nr 88, s. 104–108.

Rozynek E., Dzierżanowska-Fangrat K., Korsak D., Konieczny P., Wardak S., Szych J., Jarosz M., Dzierżanowska D., Comparison of antimicrobial resistance of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* isolated from humans and chicken carcasses in Poland, „J Food Prot.” 2008, nr 71(3), s. 602–607.

Savin M., Bierbaum G., Hammerl J., Heinemann C., Parcina M., Sib E., Voigt A., Kreyenschmidt J., Isolation and characterization of ESKAPE-bacteria and ESBL-producing *E. coli* from waste - and process water of German poultry slaughterhouses, „Applied and Environmental Microbiology” 2020, nr 86(8).

Sørensen AIV, Spread and control of livestock-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (LAMRSA) in Danish pig herds, Kgs. Lyngby: DTU Veterinærinstituttet, 2018.

Szadkowska-Stańczyk I., Bródka K., Buczyńska A., Cyprowski M., Kozajda A., Sowiak M., Exposure to bioaerosols among CAFO workers (swine feeding), „Med Pr.” 2010, nr 61(3), s. 257–269.

Szewczyk M., Czuba Z., Wiczowski A., Hajdrowska B., Antibiotic resistance of *Enterobacteriaceae* isolated from food, „MedWeter”, 2019, nr 75(9), s. 553–557.

Tsapko V.G., Chudnovets A.J., Sterenbogen M.J., Papach V.V., Dutkiewicz J., Skórska C., Krysińska-Traczyk E., Golec M., Exposure to bioaerosols in the selected agricultural facilities of the Ukraine and Poland – a review, „Ann Agric Environ Med.” 2011, nr 18, s. 19–27.

van Cleef B. A., van Benthem B. H., Verkade E. J. et al., Dynamics of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus* carriage in pig farmers: a prospective cohort study, „Clin Microbiol Infect” 2014, nr 20, s. 764–71.

Wieczorek K., Denis E., Lynch O., Osek J., Molecular characterization and antibiotic resistance profiling of *Campylobacter* isolated from cattle in Polish slaughterhouses, „Food Microbiol.” 2013a, nr 34(1), s. 130–136.

Wieczorek K., Osek J., Characteristics and antimicrobial resistance of *Campylobacter* isolated from pig and cattle carcasses in Poland, „Pol J Vet Sci.” 2013b, nr 16(3), s. 501–508.

Wiszniewska-Łaszczych A., Zdrodowska B., Wysok B., Sztejn J., Liedtke K., Gomółka-Pawlicka M., Wojtacka J., Determination of the occurrence of plasmid virulence genes (spv) and antibiotic resistance of *Salmonella* strains isolated from raw milk, „Med Weter” 2018, nr 74(1), s. 59–64.

Woźniak-Biel A., Bugła-Płoskońska G., Kielsznia A., Korzekwa K., Tobiasz A., Korzeniowska-Kowal A., Wieliczko A., High prevalence of resistance to fluoroquinolones and tetracycline *Campylobacter* spp. isolated from poultry in Poland, „Microb Drug Resist” 2018, nr 24(3), s. 314–322.

Wychodnik K., Gałęzowska G., Rogowska J., Potrykus M., Plenis A., Wolska L., Poultry farms as a potential source of environmental pollution by pharmaceuticals, „Molecules” 2020, nr 25(5), s. 1031

Wysok B., Pastuszczak-Frąk M., Uradziński J., Gomółka-Pawlicka M., Dzisko J., Dziedziech M., Marko A., Prevalence and antimicrobial resistance of *Campylobacter* spp. strains isolated from slaughter animals and humans, „Med Weter” 2015, nr 71(12), s. 801–806.

Zalewska M., Kawecka E., Brodowska P., Reczyńska D., Bagnicka E., Skutki nadużycia antybiotyków w chowie zwierząt, „Przegląd Hodowlany” 2017, nr 6, s. 26–30.

Zomer TP., Wienders C. C., Veenman C., Hengeveld P., van der Hoek W., de Greeff S. C., van Duijkeren E., MRSA in persons not living or working on a farm in a livestock-dense area: Prevalence and risk factors, „The Journal of Antimicrobial Chemotherapy” 2017, nr 72(3), s. 893–899.

Autorki raportu: Zuzanna Genderka, Katarzyna Lipka

Konsultacja merytoryczna:

Rozdział 1 i 2: Izabela Sówka

Rozdział 3 i 4: Taras Tsarenko, Leonid Kornienko

Rozdział 5: Anna Kozajda, Karolina Jeżak

Autorzy zdjęć: Andrew Skowron, Bartosz Zając

Skład graficzny: Paulina Ciok

Raport powstał dzięki grantowi Fueling Advocates Initiative Tiny Beam Fund. Wszelkie opinie w nim wyrażone są wyłącznie opiniami jego autorów.

