

Współczesna diagnostyka laboratoryjna - narzędzie wprowadzania skutecznych metod ochrony zdrowia zwierząt i ograniczania stosowania antybiotyków

prof. dr hab. Zygmunt Pejsak*

Uniwersyteckie Centrum Medycyny Weterynaryjnej,
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie
Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

Współczesna diagnostyka laboratoryjna jest strategicznym narzędziem ochrony zdrowia zwierząt, ponieważ łączy rozpoznanie kliniczne z zarządzaniem ryzykiem epizootycznym, profilaktyką i racjonalnym stosowaniem antybiotyków. W modelu One Health oporność na środki przeciwdrobnoustrojowe jest zjawiskiem wspólnym dla ludzi, zwierząt, żywności i środowiska, dlatego decyzje terapeutyczne w medycynie weterynaryjnej powinny być oparte na dowodach, a nie wyłącznie na obrazie klinicznym. Diagnostyka pozwala odróżnić zakażenia bakteryjne od chorób wirusowych, pasożytniczych, żywieniowych i środowiskowych; identyfikuje patogeny; określa wrażliwość drobnoustrojów; umożliwia nadzór nad stadami; oraz wskazuje, kiedy skuteczniejsza od antybiotykoterapii będzie poprawa bioasekuracji, szczepienie, izolacja, korekta żywienia lub zmiana zarządzania. Opracowanie przedstawia rolę diagnostyki mikrobiologicznej, molekularnej, serologicznej, parazytologicznej i biochemicznej w ograniczaniu nadużywania antybiotyków, omawia znaczenie standardów WOA, WHO, FAO, EFSA/ECDC, EMA i CLSI oraz proponuje praktyczny schemat przejścia od wyniku laboratoryjnego do programu ochrony zdrowia zwierząt.

Wprowadzenie: diagnostyka jako element strategii One Health

Antybiotyki istotnie przyczyniły się do poprawy zdrowia i dobrostanu zwierząt, lecz ich nadmierne lub nieadekwatne stosowanie sprzyja selekcji bakterii opornych. WOA opisuje oporność przeciwdrobnoustrojową jako jedno z największych współczesnych wyzwań zdrowotnych, wpływające na zdrowie ludzi i zwierząt, dobrostan, źródła utrzymania oraz bezpieczeństwo żywności [1]. FAO podkreśla, że w produkcji zwierzęcej środki przeciwdrobnoustrojowe były wykorzystywane do leczenia, profilaktyki, a w niektórych systemach również do wspierania wzrostu, co tworzy presję selekcyjną i wymaga ograniczenia nadużywania antybiotyków [3]. Diagnostyka laboratoryjna odpowiada na fundamentalne pytania kliniczne: czy choroba ma etiologię bakteryjną, czy leczenie antybiotykiem jest uzasadnione, jaki lek ma

największe szanse skuteczności oraz jakie działania zapobiegawcze zmniejszą ryzyko nawrotu choroby.

Diagnostyka a decyzja terapeutyczna

W praktyce terenowej leczenie empiryczne bywa kuszące, szczególnie gdy presja ekonomiczna, dobrostanowa lub epidemiologiczna wymaga szybkiej reakcji. Jednak objawy kliniczne wielu chorób są nieswoiste: gorączka, spadek pobrania paszy, kaszel, biegunka, spadek produktywności czy zwiększona śmiertelność mogą wynikać z zakażeń wirusowych, bakteryjnych, pasożytniczych, stresu środowiskowego, błędów żywieniowych lub problemów zarządczych. Diagnostyka laboratoryjna ogranicza niepewność i pozwala uniknąć antybiotyków tam, gdzie nie przyniosą one korzyści. WHO definiuje diagnostic stewardship jako takie wykorzystanie diagnostyki, aby właściwy test został wykonany u właściwego pacjenta, we właściwym czasie, z prawidłową interpretacją wyniku wspierającą leczenie i nadzór nad AMR [5,6]. W weterynarii zasady te przekładają się na pobranie próbki przed rozpoczęciem terapii, wybór testu adekwatnego do fazy choroby, zachowanie jakości materiału oraz interpretację wyniku w kontekście stada, gatunku i lokalnej epidemiologii.

Zakres współczesnych metod laboratoryjnych

Podstawą diagnostyki zakażeń bakteryjnych pozostaje hodowla drobnoustrojów, ponieważ umożliwia izolację patogenu, jego identyfikację i wykonanie badania wrażliwości. Nie każdy dodatni wynik jest jednak równoznaczny z przyczyną choroby: konieczna jest ocena jakości próbki, miejsca pobrania, liczby drobnoustrojów, flory towarzyszącej i zgodności z obrazem klinicznym. Testy serologiczne pozwalają ocenić kontakt populacji z patogenem, poziom odporności poszczepiennej lub status stadny. Metody molekularne, takie jak PCR, umożliwiają szybkie wykrywanie materiału genetycznego patogenów, a sekwencjonowanie może wspierać analizę ognisk, śledzenie transmisji i monitorowanie wariantów. WOAH w Terrestrial Manual opisuje standardy zarządzania laboratoriami weterynaryjnymi, pobierania i transportu próbek, systemów jakości, walidacji metod diagnostycznych, sekwencjonowania wysokoprzepustowego oraz laboratoryjnych metod oznaczania wrażliwości na antybiotyki [2].

Antybiogram i interpretacja wyniku

Antybiogram jest jednym z najważniejszych narzędzi ograniczania niepotrzebnego stosowania antybiotyków, ale jego wartość zależy od standaryzacji. CLSI VET01 opisuje referencyjne metody dyfuzyjno-krążkowe, rozcieńczeniowe oraz zasady interpretacji wyników dla bakterii izolowanych od zwierząt; VET01S dostarcza aktualizowanych tabel wspierających dobór leków, interpretację i kontrolę jakości [9,10]. Wynik powinien być rozumiany jako element decyzji klinicznej, nie automatyczna recepta. Lekarz weterynarii musi uwzględnić lokalizację zakażenia, farmakokinetykę i farmakodynamikę leku, gatunek zwierzęcia, status produkcji żywności, okresy

karencji, ciężkość choroby, dostępność alternatyw i ryzyko selekcji oporności. EMA AMEG dzieli antybiotyki stosowane u zwierząt na kategorie A, B, C i D; kategoria D ma być stosowana jako pierwsza linia, gdy to możliwe, kategoria C wymaga ostrożności, a kategoria B dotyczy leków krytycznie ważnych dla medycyny człowieka i powinna być ograniczona do sytuacji bez skutecznych alternatyw [8].

Tabela 1. Jak diagnostyka zmniejsza potrzebę antybiotyków

Etap	Wartość diagnostyczna	Wpływ na antybiotykoterapię
Pobranie właściwej próbki	Potwierdza realną przyczynę problemu klinicznego	Zmniejsza leczenie empiryczne
Identyfikacja patogenu	Rozróżnia etiologię bakteryjną, wirusową, pasożytniczą lub środowiskową	Pozwala zrezygnować z antybiotyku, gdy nie jest potrzebny
Antybiogram	Określa prawdopodobieństwo skuteczności leku	Umożliwia terapię celowaną i krótszą ekspozycję
Monitoring stadny	Pokazuje trendy i nawroty	Przesuwa nacisk z leczenia na profilaktykę

Diagnostyka stadna i profilaktyka

Największy wpływ na redukcję antybiotyków uzyskuje się nie poprzez pojedynczy test, lecz przez powtarzalny system nadzoru. Diagnostyka stadna obejmuje regularne monitorowanie patogenów, statusu immunologicznego, wskaźników produkcyjnych i jakości środowiska. Jeżeli w stadzie powtarza się ten sam zespół objawów, wynik laboratoryjny pozwala wskazać krytyczny moment interwencji: szczepienie loch lub krów matek, poprawę siary, korektę wentylacji, zmianę programu odrobaczania, uszczelnienie bioasekuracji, izolację przy przyjęciu nowych zwierząt lub zmianę protokołu czyszczenia i dezynfekcji. W takim podejściu antybiotyk przestaje być narzędziem kompensującym błędy zarządcze, a staje się leczeniem uzasadnionym konkretnym rozpoznaniem.

Nadzór nad AMR i znaczenie danych populacyjnych

Oporność drobnoustrojów wymaga nadzoru na poziomie klinicznym, stadnym, krajowym i międzynarodowym. EFSA i ECDC od 2011 r. przygotowują wspólne raporty o AMR w bakteriiach zoonotycznych i wskaźnikowych pochodzących od ludzi, zwierząt i z żywności; raport 2023–2024 obejmuje m.in. *Salmonella*, *Campylobacter* oraz wskaźnikowe *Escherichia coli*, a dane pochodzą z państw UE i wybranych krajów EEA oraz innych państw raportujących [7]. FAO rozwija systemy i narzędzia monitorowania oporności w sektorach żywności i rolnictwa, podkreślając znaczenie danych dla decyzji regulacyjnych i praktycznych [4]. Dane laboratoryjne z praktyk

weterynaryjnych, jeśli są standaryzowane, mogą wspierać lokalne mapy oporności i pomagać lekarzom ograniczać stosowanie antybiotyków szerokospektralnych.

Od wyniku do programu ochrony zdrowia

Skuteczny model pracy z wynikiem laboratoryjnym można opisać w pięciu etapach. Po pierwsze: prawidłowe pobranie materiału, najlepiej przed antybiotykoterapią i od zwierząt reprezentatywnych dla problemu. Po drugie: wybór testu, który odpowiada na konkretne pytanie kliniczne. Po trzecie: interpretacja wyniku razem z objawami, sekcją, historią stada i danymi produkcyjnymi. Po czwarte: decyzja o interwencji - leczeniu celowanym albo działaniach nieantybiotykowych. Po piąte: ocena efektu i aktualizacja protokołu. Taki cykl tworzy system uczenia się: każde ognisko choroby dostarcza danych, które zmniejszają ryzyko kolejnego ogniska.

Praktyczne zastosowania w różnych gatunkach

U bydła diagnostyka mastitis pozwala rozróżniać patogeny zakaźne i środowiskowe oraz wspierać decyzję, czy potrzebne jest leczenie antybiotykiem, izolacja, poprawa higieny doju czy zmiana zarządzania legowiskami. U trzody chlewnej diagnostyka chorób układu oddechowego i pokarmowego pomaga rozdzielić komponent wirusowy, bakteryjny i środowiskowy, co ogranicza grupowe leczenie paszowe lub wodne. W drobiu szybkie rozpoznanie chorób wirusowych, bakteryjnych i pasożytniczych pozwala skoncentrować działania na bioasekuracji, szczepieniach, jakości ściółki i wentylacji. U zwierząt towarzyszących diagnostyka moczu, skóry, uszu lub ran ogranicza powtarzane leczenie empiryczne i pozwala unikać leków krytycznie ważnych bez wskazań.

Tabela 2. Przykładowe decyzje kliniczne po wyniku laboratoryjnym

Wynik	Interpretacja	Preferowana interwencja
Brak izolacji bakterii chorobotwórczej	Rozważyć etiologię wirusową, pasożytniczą, żywieniową lub środowiskową	Diagnostyka uzupełniająca, korekta zarządzania, leczenie objawowe
Izolacja bakterii + wrażliwość na lek kategorii D	Możliwa terapia pierwszej linii przy zgodności z kliniką	Leczenie celowane, kontrola efektu
Oporność wielolekowa	Ryzyko niepowodzenia standardowej terapii i selekcji AMR	Konsultacja, izolacja, ograniczenie szerzenia, terapia tylko przy wskazaniu
Niski poziom przeciwciał w stadzie	Możliwa luka odpornościowa	Przegląd programu szczepień i odporności biernej

Barier wdrożenia

Do najczęstszych barier należą koszt badań, czas oczekiwania, niewłaściwe próbki, brak standardowych protokołów pobierania materiału, ograniczona komunikacja między lekarzem a laboratorium oraz presja szybkiego leczenia. Część tych barier można zredukować przez protokoły decyzyjne: kiedy pobierać próbki, jakie zwierzęta wybierać, kiedy powtarzać badania, jak interpretować wyniki u zwierząt leczonych wcześniej i kiedy wynik może wskazywać kolonizację, a nie zakażenie. Istotne jest również raportowanie wyników w sposób zrozumiały dla praktyka: wraz z komentarzem klinicznym, informacją o ograniczeniach i rekomendacją dalszych badań, jeżeli wynik nie wyjaśnia problemu.

Znaczenie jakości laboratorium

Wiarygodność diagnostyki zależy od jakości całego procesu: pobrania, transportu, rejestracji próbki, walidacji metody, kontroli jakości, kompetencji personelu i raportowania. WOAH w Terrestrial Manual obejmuje rozdziały dotyczące zarządzania laboratoriami weterynaryjnymi, jakości, walidacji testów oraz pobierania i transportu materiału [2]. Jeśli próbka jest źle pobrana, zanieczyszczona lub transportowana w niewłaściwych warunkach, nawet najlepsza technologia może doprowadzić do fałszywej interpretacji. Dlatego diagnostyka laboratoryjna powinna być traktowana jako proces kliniczno-laboratoryjny, a nie jako jednorazowe „wysłanie próbki”.

Wnioski

Współczesna diagnostyka laboratoryjna umożliwia przejście od terapii reaktywnej do ochrony zdrowia zwierząt opartej na danych. Jej bezpośrednim efektem jest ograniczenie niepewności diagnostycznej i lepszy dobór leczenia, a efektem systemowym - mniejsze zużycie antybiotyków, wolniejsza selekcja oporności, poprawa dobrostanu, bezpieczeństwa żywności i przewidywalności produkcji. Największą wartość przynosi diagnostyka zintegrowana z programem profilaktyki: bioasekuracją, szczepieniami, monitoringiem, szkoleniem personelu i analizą trendów. W tym sensie laboratorium nie jest dodatkiem do praktyki weterynaryjnej, ale jednym z jej centralnych narzędzi decyzyjnych.

Algorytm wdrożenia diagnostyki w praktyce

W praktycznym ujęciu program diagnostyczny powinien zaczynać się od definicji problemu klinicznego, a nie od wyboru testu. Lekarz weterynarii powinien określić, czy celem badania jest potwierdzenie etiologii, wykluczenie choroby zakaźnej, ocena skuteczności szczepienia, dobór antybiotyku, identyfikacja źródła zakażenia czy monitorowanie trendu w stadzie. Następnie należy ustalić, które zwierzęta najlepiej reprezentują problem: osobniki w ostrej fazie choroby, przed leczeniem, z typowymi objawami i możliwie krótkim czasem od początku zachorowania. Dla stad produkcyjnych warto opracować stały protokół: kiedy pobiera się materiał, kto odpowiada za pobranie, jak jest on oznaczany, w jakim czasie trafia do laboratorium

i jak wynik jest omawiany z hodowcą. W ten sposób diagnostyka staje się elementem zarządzania jakością, a nie reakcją podejmowaną dopiero po niepowodzeniu terapii.

Komunikacja wyniku i odpowiedzialność kliniczna

Sam wynik laboratoryjny nie ogranicza zużycia antybiotyków, jeśli nie zostanie właściwie zakomunikowany. Raport powinien odpowiadać na pytanie kliniczne i jasno pokazywać ograniczenia interpretacji. W przypadku izolacji bakterii należy ocenić, czy materiał pochodził z miejsca jałowego, czy z powierzchni naturalnie skolonizowanej, czy wynik jest zgodny z objawami oraz czy izolowany drobnoustroj może być patogenem pierwotnym. W przypadku antybiogramu ważne jest, aby nie traktować listy leków wrażliwych jako zachęty do stosowania najsilniejszego antybiotyku. Decyzja powinna uwzględniać bezpieczeństwo pacjenta, zasady kaskady, status zwierząt żywnościowych, okres karencji, kategoryzację ryzyka oraz możliwość wdrożenia działań nieantybiotykowych. Odpowiedzialna komunikacja buduje zaufanie hodowcy do decyzji o niepodaniu antybiotyku wtedy, gdy nie ma do tego wskazań.

Cyfryzacja, dane i wczesne ostrzeżenie

Nowoczesna diagnostyka coraz częściej korzysta z cyfrowych systemów gromadzenia danych. Połączenie wyników laboratoryjnych z historią leczenia, zużyciem antybiotyków, wskaźnikami produkcyjnymi, śmiertelnością, danymi środowiskowymi i statusem szczepień umożliwia wczesne wykrywanie odchyleń. W praktyce może to oznaczać szybsze zauważenie wzrostu określonego patogenu w stadzie, zmianę profilu wrażliwości bakterii albo pogorszenie parametrów odporności biernej. Warunkiem wartości takich danych jest standaryzacja: stałe nazewnictwo patogenów, harmonizacja wyników, rozdzielenie próbek klinicznych od monitoringowych oraz unikanie porównywania danych wytworzonych różnymi metodami bez walidacji. Cyfryzacja nie zastępuje lekarza weterynarii, ale zwiększa jego zdolność do podejmowania decyzji na podstawie trendów, a nie pojedynczych obserwacji.

Efekt ekonomiczny i dobrostanowy

Ograniczenie antybiotyków bywa błędnie postrzegane jako cel sam w sobie. W rzeczywistości celem jest skuteczniejsza ochrona zdrowia zwierząt przy mniejszej presji selekcyjnej. Diagnostyka może generować koszt krótkoterminowy, ale zmniejsza koszty nieudanych terapii, strat produkcyjnych, nawrotów choroby, brakowania zwierząt i ryzyka pozostałości lekowych. Z perspektywy dobrostanu ważne jest, że wynik laboratoryjny nie powinien opóźniać pilnego leczenia zwierząt ciężko chorych; w takich przypadkach pobranie materiału przed podaniem leku pozwala później zawęzić terapię lub skorygować protokół. Najlepszy efekt uzyskuje się, gdy diagnostyka jest połączona z profilaktyką i audytem czynników ryzyka: bioasekuracji, zagęszczenia, wentylacji, higieny, żywienia, jakości wody i odporności populacyjnej.

Edukacja i zmiana zachowań

Trwałe ograniczenie antybiotyków wymaga nie tylko technologii, lecz także zmiany zachowań. Lekarz weterynarii powinien wyjaśniać, że brak antybiotyku po wyniku

badania nie oznacza braku leczenia, lecz wybór skuteczniejszej strategii. Hodowca potrzebuje jasnych kryteriów: kiedy obserwować, kiedy izolować, kiedy pobierać próbki, kiedy wzywać lekarza i kiedy wdrażać leczenie celowane. W gabinetach zwierząt towarzyszących podobną rolę odgrywa rozmowa z opiekunem, który często oczekuje szybkiego rozwiązania problemu skórno, moczowego lub oddechowego. Edukacja powinna pokazywać ryzyko nawrotów, dysbiozy, działań niepożądanych i selekcji oporności, ale jednocześnie podkreślać, że antybiotyki pozostają niezbędne, gdy istnieje uzasadnione wskazanie kliniczne.

Perspektywa najbliższych lat

Znaczenie diagnostyki będzie rość wraz z rozwojem szybkich testów molekularnych, automatyzacji laboratoriów, sekwencjonowania i cyfrowego nadzoru nad opornością. Największym wyzwaniem nie będzie dostępność pojedynczych technologii, lecz integracja danych w procesie decyzyjnym. Przyszłość należy do modeli, w których wynik laboratoryjny, historia stada, wcześniejsze zużycie antybiotyków, dane produkcyjne i lokalna mapa oporności są analizowane łącznie. Taki system pozwala lepiej przewidywać ryzyko, szybciej reagować na ogniska i tworzyć programy profilaktyczne dopasowane do konkretnej fermy, lecznicy lub regionu. W tym kierunku rozwija się nowoczesna medycyna weterynaryjna: mniej leczenia rutynowego, więcej diagnostyki, prewencji i decyzji opartych na jakościowych danych.

Referencje

1. World Organisation for Animal Health (WOAH). Antimicrobial resistance. Dostęp: 21.07.2026. <https://www.woah.org/en/what-we-do/global-initiatives/antimicrobial-resistance/>
2. World Organisation for Animal Health (WOAH). Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals, 13th ed., 2024. Dostęp: 21.07.2026. https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/A_summry.htm
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Antimicrobial Resistance: Animal health. Dostęp: 21.07.2026. <https://www.fao.org/antimicrobial-resistance/key-sectors/animal-health/en/>
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Antimicrobial Resistance. Dostęp: 21.07.2026. <https://www.fao.org/antimicrobial-resistance/en/>
5. World Health Organization (WHO). Diagnostic stewardship: a guide to implementation in antimicrobial resistance surveillance sites. 2016. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-DGO-AMR-2016.3>
6. World Health Organization (WHO). Antimicrobial Resistance Diagnostic Initiative. 2024. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240072015>
7. European Food Safety Authority (EFSA) / European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2023–2024. 2026. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/european-union-summary-report-antimicrobial-resistance-zoonotic-and-indicator-10>

8. European Medicines Agency (EMA). Categorisation of antibiotics for use in animals for prudent and responsible use.

https://www.ema.europa.eu/en/documents/report/infographic-categorisation-antibiotics-use-animals-prudent-responsible-use_en.pdf

9. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). VET01: Performance Standards for Antimicrobial Disk and Dilution Susceptibility Tests for Bacteria Isolated From Animals. 6th ed. 2024. <https://clsi.org/shop/standards/vet01/>

10. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). VET01S: Performance Standards for Antimicrobial Disk and Dilution Susceptibility Tests for Bacteria Isolated From Animals. 7th ed. 2024. <https://clsi.org/shop/standards/vet01s/>