

Nowoczesna diagnostyka
– narzędzie pozwalające
na wprowadzenie skutecznych metod
ochrony zdrowia świń
i ograniczenie stosowania
antybiotyków

Dlaczego powinniśmy z niej korzystać
Zygmunt Pejsek

Wydział Medycyny Weterynaryjnej,
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

18. 09. 2026.
Polskie Towarzystwo Nauk Weterynaryjnych
Gdańsk.



- Diagnostyka laboratoryjna jest strategicznym narzędziem ochrony zdrowia zwierząt, łączącym rozpoznanie kliniczne z zarządzaniem ryzykiem epizootycznym, profilaktyką i **racjonalnym stosowaniem antybiotyków.**

Wskaźnik samowystarczalności Polski w wieprzowinę

- W roku 2025 zaimportowaliśmy:
 - ✓ **ponad 8 mln warchlaków,**
 - ✓ **około 1 milion ton wieprzowiny.**

Przyczyny utraty samowystarczalności w produkcji świń

- Nieopłacalna dla znacznego odsetka hodowców produkcja świń.
- Nie zdawanie sobie sprawy z faktu, że **suboptymalny stan zdrowotny stada jest ważną przyczyną słabych wyników produkcyjnych.**
- Wyniki badań krajowych wskazują, że w statystycznym gospodarstwie krąży jednocześnie 4-6 patogennych drobnoustrojów.
- Ma to wpływ na poziom wielu wskaźników produkcyjnych.

Konsekwencje obecności czynników patogennych w stadzie

Ogromne zużycie antybiotyków.

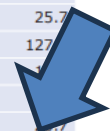
- ✓ Dla wielu hodowców i producentów świń antybiotyki (środki przeciwdrobnoustrojowe) są *panaceum* na całe zło...
- ✓ Stąd nadmierne zużycie antybiotyków w produkcji zwierzęcej.

Sytuacja w Europie i w Polsce - weterynaria

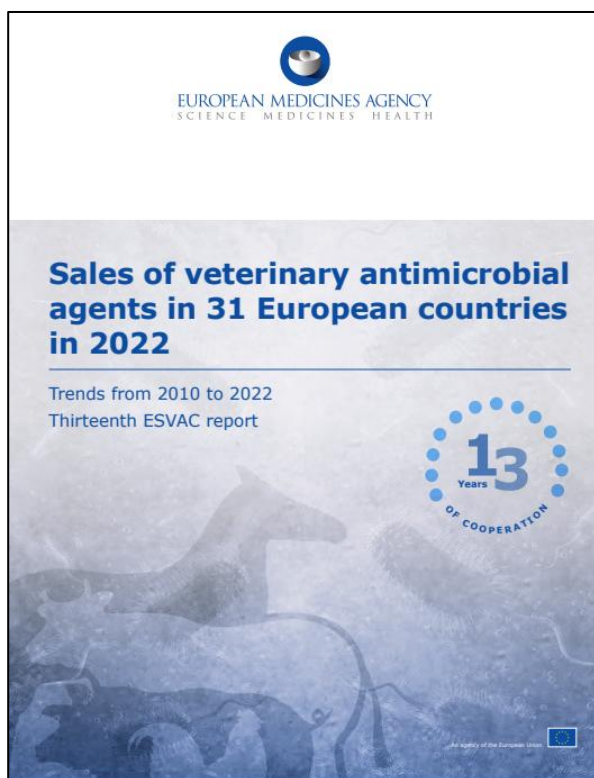
- W 31. krajach Europy sprzedaż antybiotyków w okresie 2011-2023 zmalała o 34%;
w niektórych o ponad 50%.
- W trzech krajach Europy, w tym w Polsce, sprzedaż chemioterapeutyków, wyrażana w mg/PCU czyli w przybliżeniu na 1 kg biomasy, wzrosła.
- W Holandii zużycie antybiotyków spadło od 2009 roku o 77,2%.

Raporty o użyciu i sprzedaży antybiotyków

Luxembourg	1.3	51.1	25.1
Malta	1.1	15.3	74.4
Netherlands	112.0	3,025.4	37.0
Norway	4.7	2,198.1	2.1
Poland	838.3	4,277.7	196.0
Portugal	82.0	1,062.4	77.1
Romania	136.4	2,794.4	48.8
Slovakia	9.2	223.9	41.1
Slovenia	4.7	182.4	25.7
Spain	1,027.2	8,063.3	127.7
Sweden	8.3	788.1	12.7
Switzerland	22.6	829.0	12.7
United Kingdom	181.1	7,037.5	12.7
Total 31 countries	4,458.1	60,286.7	73.9*



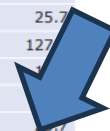
Raporty o użyciu i sprzedaży AB



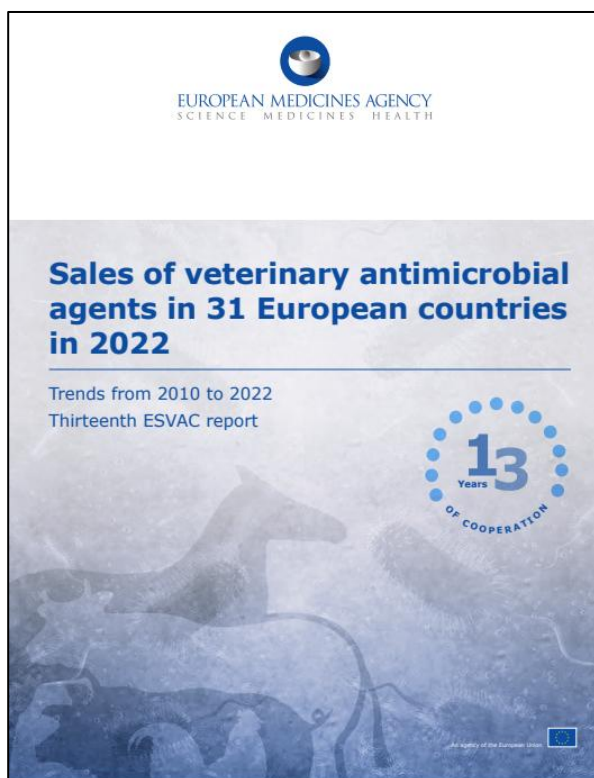
Country		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Trends 2010-2022
Poland	Tonnes active substance														853.2 500.3
	PCU (1,000 tonnes)	3,962.8	3,941.1	3,837.5	4,145.1	4,226.2	4,442.8	4,574.4	4,672.6	4,538.0	4,541.7	4,417.2	4,277.7		
France	Tonnes active substance	999.5	890.1	761.5	680.8	761.3	501.4	513.6	482.9	456.0	407.4	394.4	349.3	255.2	999.5 255.2
	PCU (1,000 tonnes)	7,478.8	7,784.8	7,529.5	7,247.1	7,196.7	7,221.6	7,217.0	7,096.6	7,107.0	6,985.4	6,964.9	6,758.1	6,561.4	

Raporty o użyciu i sprzedaży antybiotyków

Luxembourg	1.3	51.1	25.1
Malta	1.1	15.3	74.4
Netherlands	112.0	3,025.4	37.0
Norway	4.7	2,198.1	2.1
Poland	838.3	4,277.7	196.0
Portugal	82.0	1,062.4	77.1
Romania	136.4	2,794.4	48.8
Slovakia	9.2	223.9	41.1
Slovenia	4.7	182.4	25.7
Spain	1,027.2	8,063.3	127.7
Sweden	8.3	788.1	12.7
Switzerland	22.6	829.0	12.7
United Kingdom	181.1	7,037.5	12.7
Total 31 countries	4,458.1	60,286.7	73.9*



Raporty o użyciu i sprzedaży AB



Country		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Trends 2010-2022
Poland	Tonnes active substance														853.2 500.3
	PCU (1,000 tonnes)	500.3	528.5	576.6	578.4	582.6	570.3	749.5	786.5	840.6	853.2	775.1	838.3		
Italy ²	Tonnes active substance														1,925.6 585.4
	PCU (1,000 tonnes)	1,925.6	1,668.1	1,534.1	1,318.3	1,321.9	1,299.8	1,213.0	1,057.5	931.8	731.3	689.3	661.7	585.4	

Diagnostyka laboratoryjna
– narzędzie - bez którego **nie ma możliwości wprowadzenia właściwych działań naprawczych,**
prowadzących do;

- ✓ poprawy efektywności produkcji,
- ✓ **zmniejszenia stosowania antybiotyków.**

Znaczenie badań laboratoryjnych w efektywnej produkcji zwierzęcej

- Bez przeprowadzenia solidnych badań laboratoryjnych nie można ocenić statusu zdrowotnego stada.
- Sygnałem wskazującym na konieczność wykonania takich badań są **niezadawalające wyniki produkcyjne.**
- Minęły czasy gdy badania laboratoryjne podejmowano tylko wtedy gdy stwierdzano zwiększone zachorowania i padnięcia zwierząt !!!

Cele i schematy badań laboratoryjnych

- Wczesne wykrycie obecnych w stadzie czynników patogennych.
- Monitorowanie statusu zdrowotnego.
- Ocena statusu zdrowotnego stada w profilu wiekowym/technologicznym.
- Wdrożenie skutecznego postępowania leczniczo-profilaktycznego.
- Ocena prawidłowości stosowania i skuteczności programów profilaktycznych.
- Poprawa efektywności produkcji/obniżenie kosztów weterynaryjnych.
- Zapewnienie bezpieczeństwa żywności

Rodzaje przesyłanego materiału

- Wycinki narządów
- Kał
- Wymaz, zeszkrobina
- Krew
- Mocz
- Ślinę/płyn ustny
- Próbkki technologiczne – tkanka jąder, ogonki, próbki środowiskowe
Próbki środowiskowe
- **Prawidłowy wybór i pobranie oraz przesłanie materiału do badań ma znaczenie decyduje o obiektywności wyników.**



Badanie rozpoznawcze

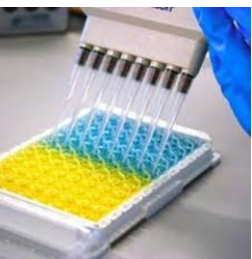
- Metody bezpośrednie
 - Izolacja bakteriologiczna, parazytologiczna, wirusologiczna czynnika etiologicznego
 - Stwierdzenie obecności materiału genetycznego
 - Stwierdzenie obecności czynnika toksycznego
 - Badania środowiskowe
 - Badanie paszy i wody
 - **Badanie lekowrażliwości**



Badania serologiczne

Pozwalają na:

- ✓ Próbę ustalenia stanu zdrowotnego stada
(metodą pośrednią wykrycie czynnika etiologicznego choroby);
- ✓ Monitorowanie dróg szerzenia się;
- ✓ ✓ Ocenę efektywności:
 - postępowania organizacyjnego,
 - szczepienia,
 - aklimatyzacji,
- Nie pozwalają na wyrażenie poglądu odnośnie odporności

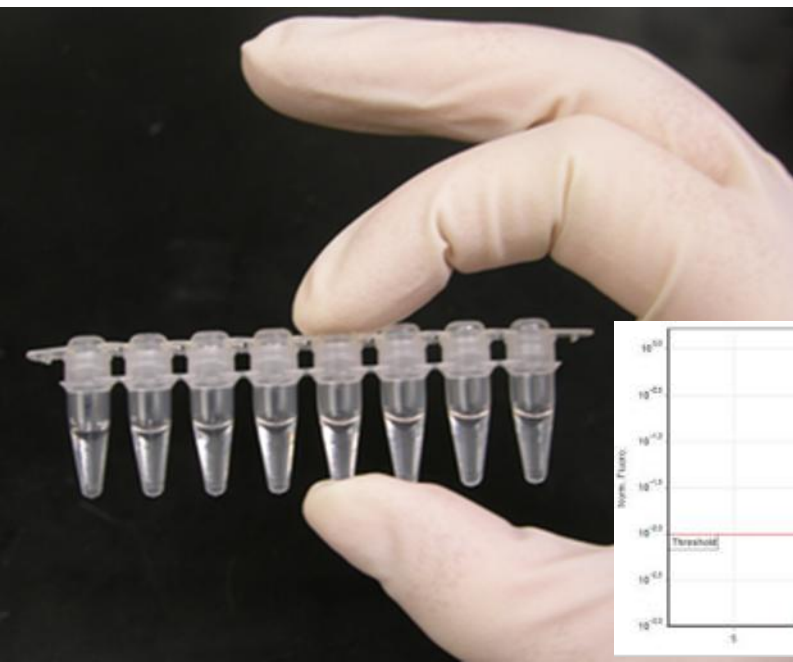
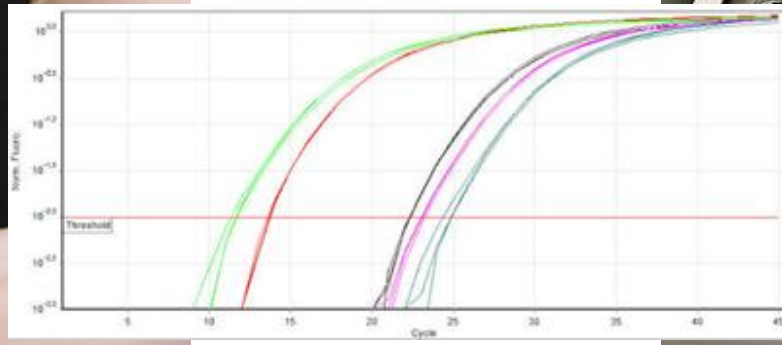


Diagnostyka
techniki molekularne
wykorzystywane
w badaniach laboratoryjnych

PCR

najczęściej stosowana technika diagnostyczna

Enzymatyczne powielenie fragmentu DNA/RNA ograniczonego przez dwa oligo-nukleotydowe startery, z których każdy jest komplementarny do jednego końca docelowej sekwencji DNA.



PCR

Najważniejsze techniki

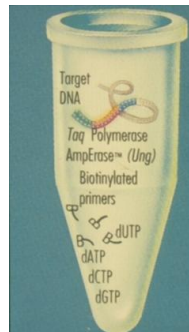
PCR - wykrywanie DNA patogenów (bakterii, wirusów, pasożytów)

RT-PCR reakcja łańcuchowa polimerazy z odwrotną transkrypcją – wykrywanie wirusów RNA.

qPCR – wykrywanie ilości powstającego DNA w czasie rzeczywistym - ilościowy PCR.

Multiplex PCR (wielokrotny) – jednoczesne wykrywanie kilku różnych patogenów w jednej reakcji.

Nested PCR – (PCR zagnieżdżony) – dwie kolejne reakcje PCR i dwa zestawy starterów chodzi o zwiększenie swoistości i czułości wykrywania konkretnego fragmentu DNA. Pierwsza reakcja amplifikuje większy fragment DNA, druga mniejszy znajdujący się wewnątrz pierwszego.

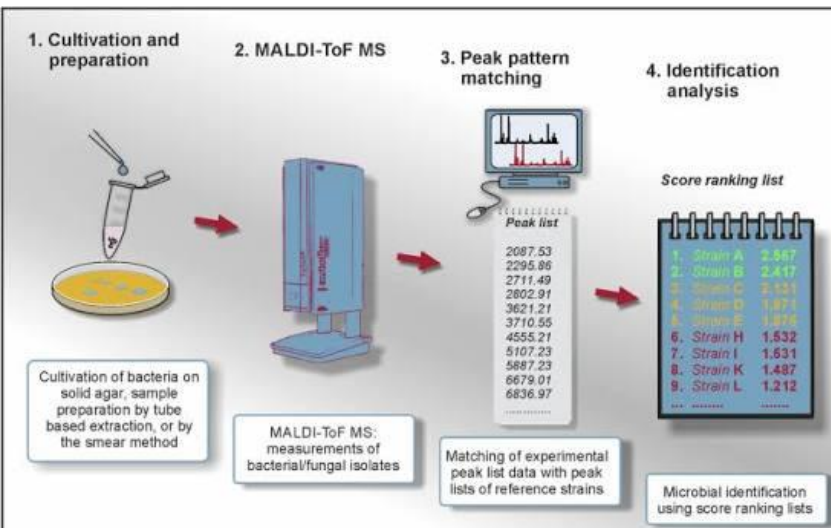
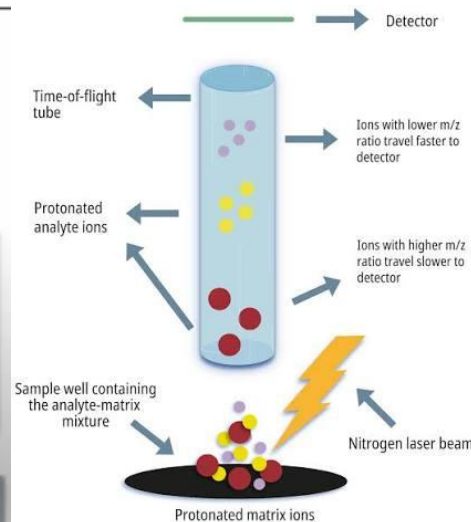
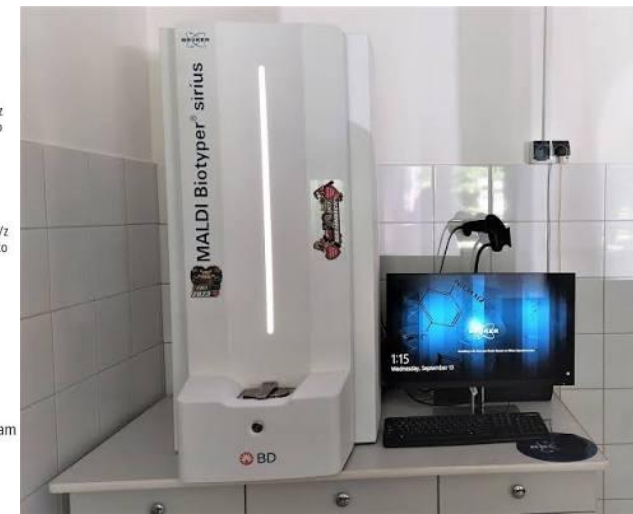


MALDI –TOF MS

Matrix – Assisted Laser Desorption/Ionization Time of Flight Mass Spectrometry
Spektrofotometria mas z desorpcją laserową wspomaganą matrycą i analizatorem przelotu

Super szybka metoda **spektrometrii mas** używana w mikrobiologii do identyfikacji bakterii i grzybów

- System MALDI –TOF MS identyfikuje drobnoustroje poprzez pomiar unikatowych białek. Białka te występują w każdym mikroorganizmie i są jego genetycznym „odciskiem palca”.
- Widma białek porównywane są ze stale aktualizowaną biblioteką (bazą danych) widm. **Widmo jest absolutnie unikalne dla każdego mikroorganizmu.**
- Jeśli profil pasuje do wzorca aparat może zidentyfikować mikroorganizm.



MALDI –TOF MS

- Etapy:

- **1. Hodowla mikroorganizmu (1-2 dni).**

- 2. Przygotowanie próbki – niewielką ilość kolonii nanosi się na specjalną płytę i dodaje się matrycę.

- 3. Próbkę naświetla się laserem; powoduje to uwolnienie białek mikroorganizmu (**kilka minut**).

- 4. Pomiar czasu przelotu – oznacza zmierzenie czasu w jakim zjonizowane cząstki docierają do detektora. Pozwala to określić ich masę i stworzyć charakterystyczne widmo mikroorganizmu.

- 5. Identyfikacja – uzyskane widma porównuje się z bazą danych (sekundy).



MALDI TOF odpowiada na pytanie
jaki mikroorganizm wyhodowaliśmy.

PCR odpowiada na pytanie – czy w próbce
jest materiał genetyczny danego patogenu.

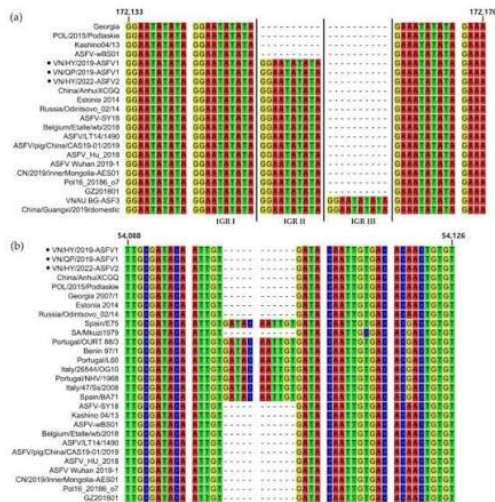
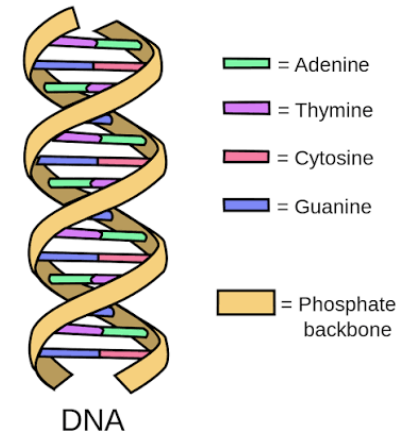
SEKWENCJONOWANIE FRAGMENTÓW KWASÓW NUKLEINOWYCH

Pozwala ustalić dokładną kolejność nukleotydów w badanym fragmencie DNA lub RNA; **jakie nukleotydy i w jakiej kolejności znajdują się**

w badanym fragmencie DNA

Dzięki temu możemy:

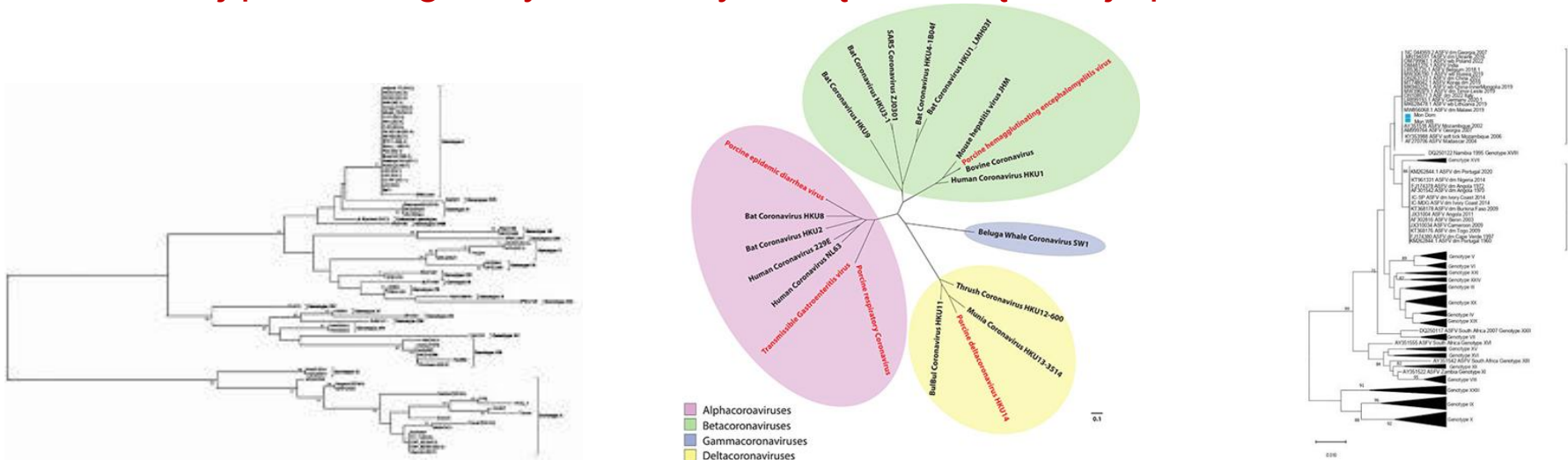
- ✓ Identyfikować mikroorganizmy (porównujemy uzyskaną sekwencję z bazami danych i określamy jaki gatunek lub szczep znajduje się w próbce). pozwala m.in. na ustalenie dróg szerzenia się drobnoustroju.
- ✓ Wykryć mutacje i różnice genetyczne między próbkami.
- ✓ Porównać sekwencje DNA różnych izolatów i określić ich pokrewieństwo.



SEKWENCJONOWANIE FRAGMENTÓW KWASÓW NUKLEINOWYCH

Pozwala ustalić dokładną kolejność nukleotydów w badanym fragmencie DNA lub RNA

- ✓ **Sekwencjonowanie**- pozwala stwierdzić czy szczep z gospodarstwa A jest identyczny ze szczepem z gospodarstwa B.
- ✓ Na podstawie wyników sekwencjonowania DNA tworzymy tzw. **drzewa genealogiczne** (filogenetyczne) które graficznie przedstawiają pokrewieństwo między badanymi sekwencjami DNA.
- ✓ Im bliżej siebie znajdują się sekwencje we wspólnym rozgałęzieniu tym są bardziej podobne genetyczne i zwykle są ze sobą bliżej spokrewnione.

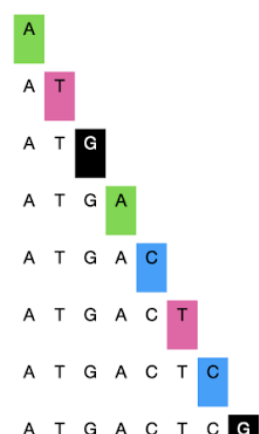
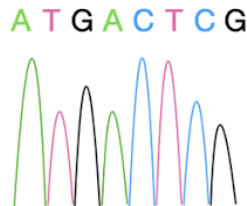


SEKWENCJONOWANIE FRAGMENTÓW KWASÓW NUKLEINOWYCH

Next Generation Sequencing (NGS) – sekwencjonowanie nowej generacji. Pozwala analizować jednocześnie – równolegle tysiące/miliony fragmentów DNA.

Dzięki temu możliwe jest:

- ✓ Wykrywanie mutacji i wariantów genetycznych.
- ✓ Identyfikacja mikroorganizmów.
- ✓ Badanie różnorodności genetycznej badanego materiału biologicznego.



Nowe możliwości
rozpoznawania
lekowrażliwości
bakterii na antybiotyki

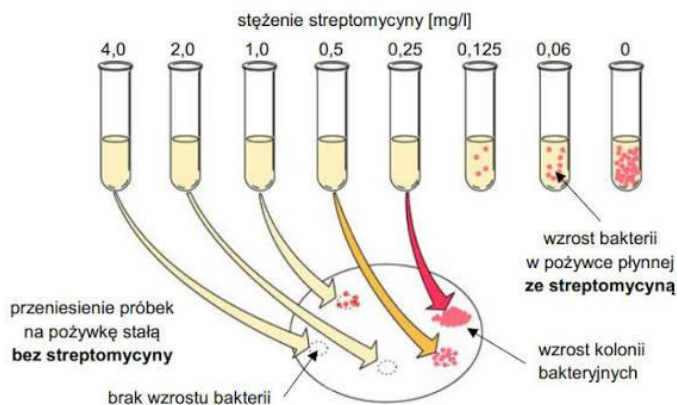
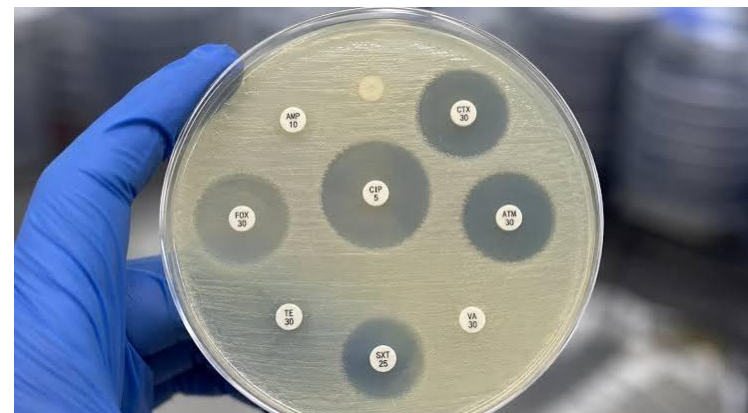
Nowe możliwości rozpoznawania lekowrażliwości bakterii na
antybiotyki

Kluczowym elementem skutecznego
leczenia i racjonalnego stosowania
antybiotyków jest szybkie i precyzyjne
określenie lekowrażliwości
chorobotwórczych bakterii

Nowe możliwości rozpoznawania lekowrażliwości bakterii na antybiotyki

Tradycyjne/klasyczne metody oznaczania lekowrażliwości:

- ✓ metoda dyfuzyjno krążkowa,
- ✓ oznaczanie minimalnego stężenia hamującego (MIC)
 - metodą rozcieńczeń
 - testy gradientowe (E-test)



Nowe możliwości rozpoznawania lekowrażliwości bakterii na antybiotyki

Nowoczesne metody oznaczania lekowrażliwości.

Automatyczne systemy diagnostyczne służące jednocześnie do identyfikacji drobnoustrojów oraz oznaczania ich lekowrażliwości:

✓ VITEK2, (bioMérieux)

✓ Phoenix,

✓ Microscan.



Nowe możliwości rozpoznawania lekowrażliwości bakterii na antybiotyki

Nowoczesne metody oznaczania lekowrażliwości za pomocą aparatu VITEK

Etapy:

1. Przygotowanie czystej hodowli.
2. Sporządzenie zawiesiny bakteryjnej.
3. Załadunek kart testowych (umieszczenie kart VITEK oraz probówek z bakteriami w specjalnej kasecie i mieszczzenie tego zestawu wewnątrz aparatu).
4. Napełnienie i uszczelnienie kasety.
5. Inkubacja i odczyt optyczny (4-10 h.).
6. Analiza komputerowa wyniku.

Cały proces diagnostyczny trwa 24-48 h.

Sam proces VITEK trwa najczęściej kilka-kilkanaście godzin.



Nowe możliwości rozpoznawania lekowrażliwości bakterii na antybiotyki

Nowoczesne metody oznaczania lekowrażliwości:

Metody biologii molekularnej.

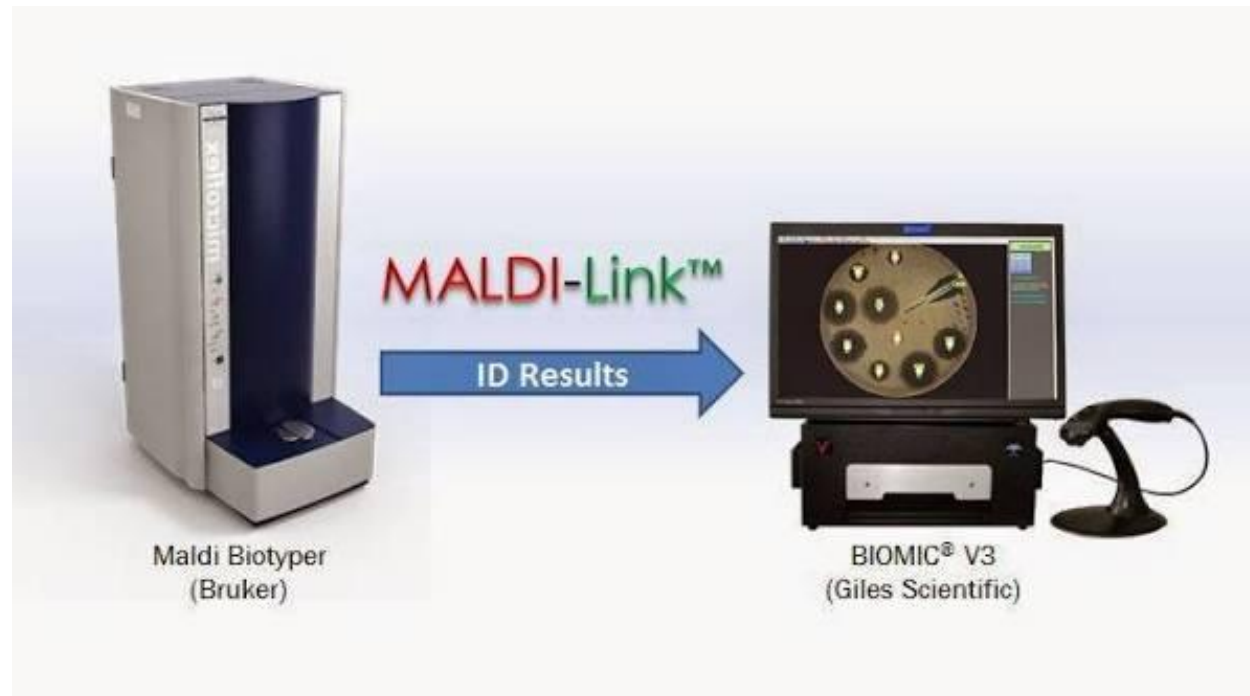
- ✓ Pozwalają wykrywać geny odpowiedzialne za oporność na antybiotyki.
- ✓ Najczęściej stosowane techniki.
 - PCR
 - RT-PCR
 - Sekwencjonowanie DNA
 - Sekwencjonowanie całogenomowe (**WGS**- whole genome sequencing).

Nowe możliwości rozpoznawania lekowrażliwości bakterii na antybiotyki

Nowoczesne metody oznaczania lekowrażliwości:

Spektrometria mas MALD-TOF MS .

- ✓ Wykorzystanie tej technologii umożliwia ocenę lekowrażliwości poprzez analizę **zmian metabolicznych bakterii** po kontakcie z antybiotykiem.

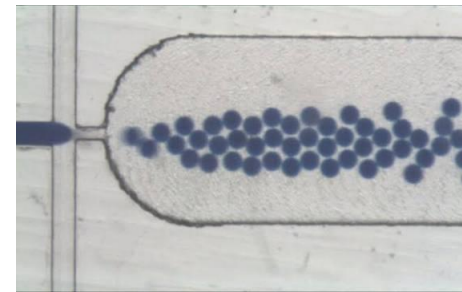


Nowe możliwości rozpoznawania lekowrażliwości bakterii na antybiotyki

Nowoczesne metody oznaczania lekowrażliwości:

Metody mikroprzepływowe (microfluidics).

- ✓ Nowoczesne układy mikroprzepływowe wykorzystują niewielką objętości próbek i umożliwiają obserwację wzrostu pojedynczych bakterii w obecności antybiotyków. (wynik w ciągu 1-3 h).
- ✓ Próbką badanego materiału nanoszona jest na chip mikroprzepływowy na którym znajdują się mikrobaseniki zawierające antybiotyki o różnym stężeniu.
- ✓ Bakterie zatrzymywane są w mikrobasenikach gdzie monitorowane jest – w czasie rzeczywistym- tempo ich wzrostu.
Brak wzrostu oznacza wrażliwość bakterii na dany antybiotyk.

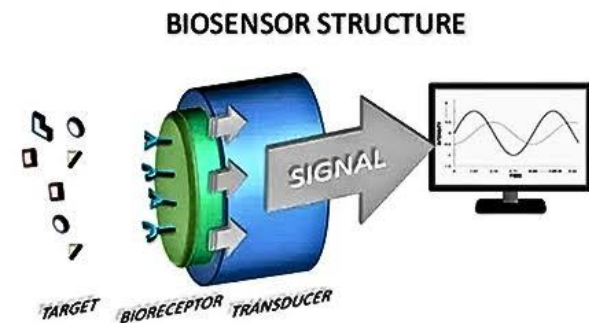


Nowe możliwości rozpoznawania lekowrażliwości bakterii na antybiotyki

Nowoczesne metody oznaczania lekowrażliwości:

Biosensory (Bioczujnik – część urządzenia pomiarowego stosowana w biotechnologii i medycynie) i sztuczna inteligencja (AI)

- ✓ **Biosensory** składa się z:
 - Elementu biologicznego rozpoznającego bakterie lub ich metabolity,
 - Przetwornika zamieniającego sygnał biologiczny na elektryczny lub optyczny,
 - Układu analizującego uzyskane dane
- ✓ **AI** – analizuje ogromną liczbę danych z biosensora i dokonuje automatycznej interpretacji sygnałów biosensora.
- ✓ Połączenie tych technologii pozwala na szybkie przewidywanie oporności bakterii.



Nowe możliwości rozpoznawania lekowrażliwości bakterii na antybiotyki

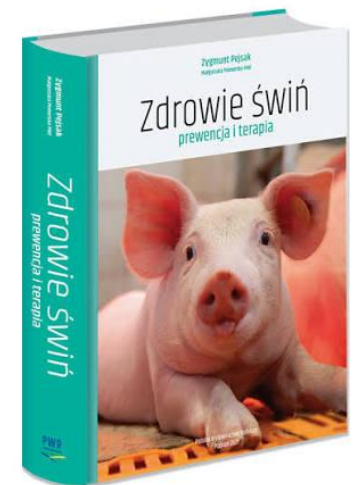
Nowoczesne metody oznaczania lekowrażliwości: Ograniczenia.

- ✓ Obecność genu nie oznacza jego aktywności; nie ma ekspresji informacji zawartej w genie. W takim przypadku bakteria będzie wrażliwa na dany antybiotyk mimo obecności genu determinującego lekowrażliwość.
- ✓ **Z tego względu wyniki badań molekularnych niejednokrotnie wymagają potwierdzenia metodami fenotypowymi.**



Rozpoznanie przyczyny niepowodzeń

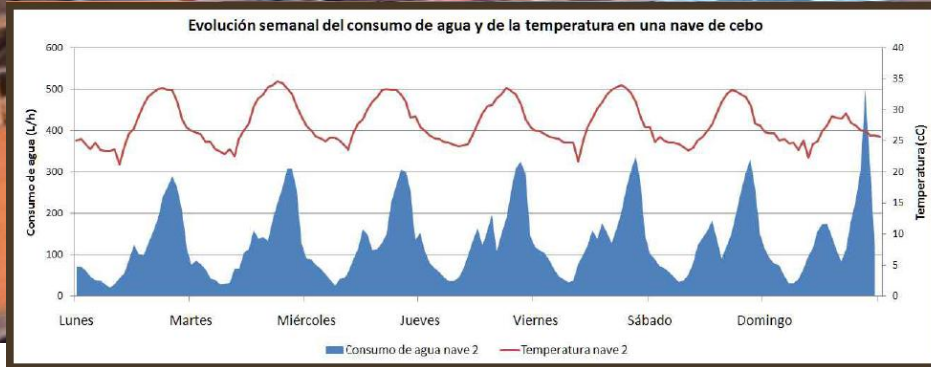
- Nie możemy interpretować wyników badań laboratoryjnych w oderwaniu od innych – **Holizm** (od gr *holos* – całość)
 - Większość problemów zdrowotnych na fermie świń ma złożoną etiologię
- Analiza przyczyn i czynników ryzyka każdego problemu musi być całościowa
 - Żywienie
 - Środowisko
 - Genetyka
 - Zarządzanie
 - Organizacja produkcji
 - **Czynniki zakaźne**
- Ze względu na złożoną etiologię problemów zdrowotnych, dla precyzyjnego rozpoznania ich przyczyny, konieczne jest zastosowanie wielu różnych technik diagnostycznych od solidnego badania klinicznego i sekcijnego poczynając....



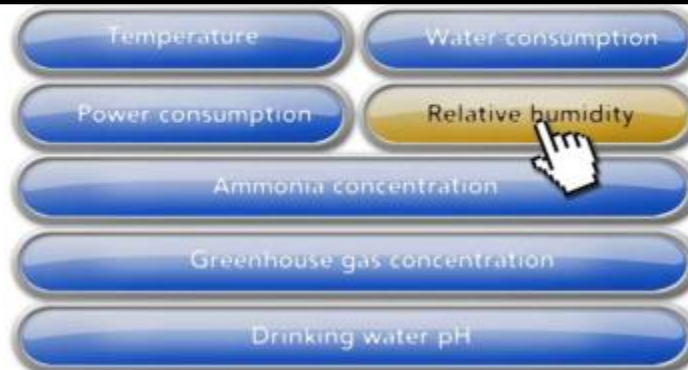
Dziękuję



Inne, nowe możliwości
rozpoznawania - oceny
statusu zdrowotnego
stada zwierząt



Dane są zbierane za pośrednictwem systemu sensorów i przez internet wysyłane do analizy





Dane zbierane za pośrednictwem sensorów

Wyświetlanie w czasie rzeczywistym

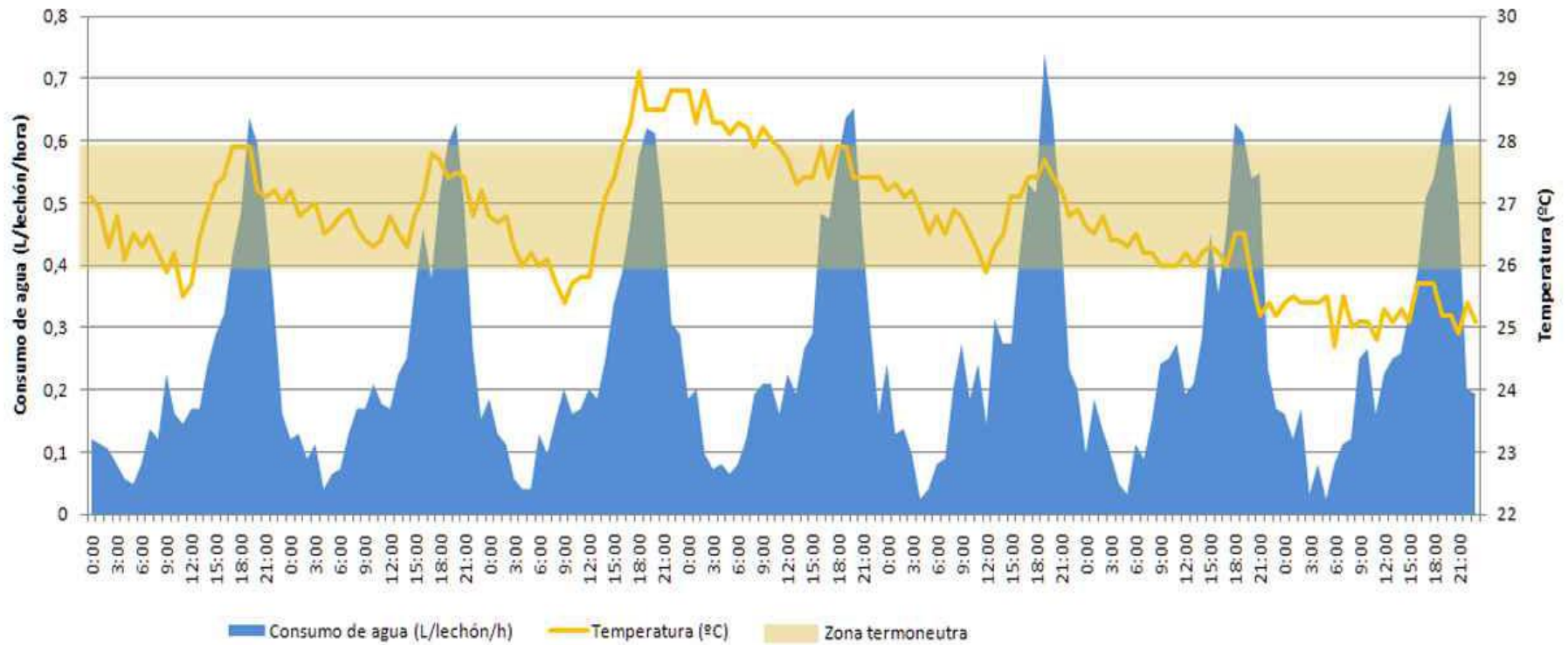
data.



Panel danych i analizy:
Automatyczna analiza
wybranych
parametrów w czasie
rzeczywistym



Woda i temperatura





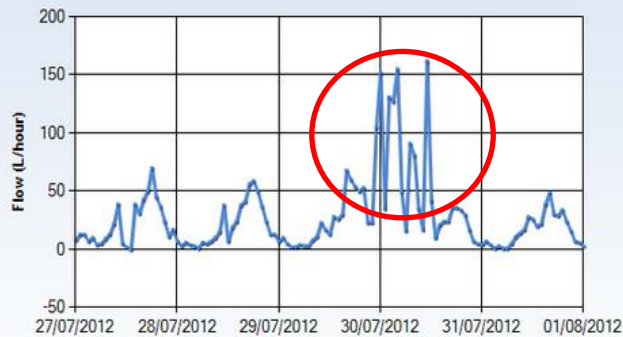
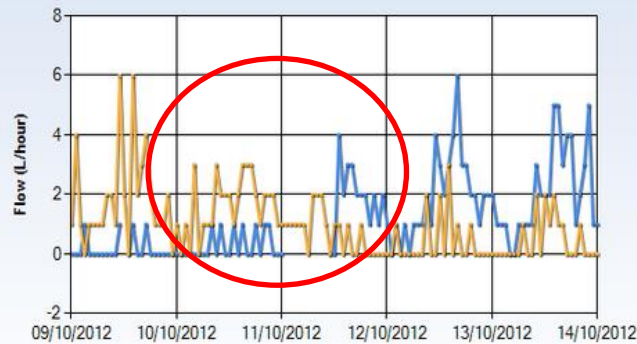
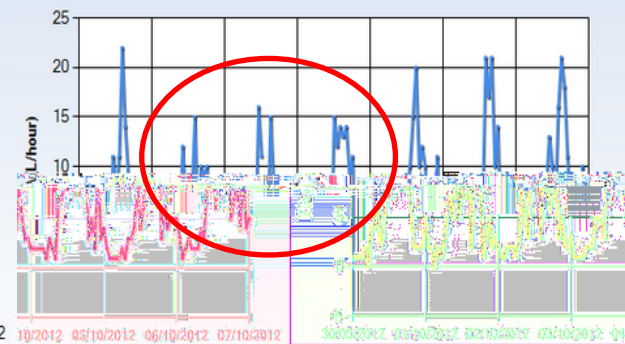
Uses and advantages

Kontrola podawania leków w wodzie:

- Dokładne dozowanie dzięki użyciu kalkulatora on-line
- Optymalny czas podawania leku na podstawie wcześniejszych obserwacji
- Późniejsza analiza rzeczywiście pobranej dawki leku.



Kontrola zużycia wody i paszy



Dziękuję

