

Mikrobiologia wykład 1 - 05.03.2026

Spis zagadnień

1. Historia i kamienie milowe mikrobiologii
2. Grupy drobnoustrojów – przegląd ogólny
3. Budowa i klasyfikacja bakterii
4. Chorobotwórczość drobnoustrojów i zakażenia
5. Higiena rąk – mycie i dezynfekcja
6. Dezynfekcja – zasady, środki i procedury
7. Sterylizacja – metody, kontrola i przechowywanie
8. Zatrucia i zakażenia pokarmowe – bakterie chorobotwórcze

1. Historia i kamienie milowe mikrobiologii

Pierwsze obserwacje i hipotezy - starożytność i renesans

Mikrobiologia jako nauka ma swoje korzenie znacznie głębiej, niż mogłoby się wydawać. Już ponad 100 lat przed naszą erą prowadzono obserwacje środowiskowe i formułowano pierwsze hipotezy dotyczące wpływu niewidzialnych czynników na organizmy żywe. **Marcus Terentius Varro** (116-126 r. p.n.e.) popisał trzy książki o rolnictwie, w których zawarł zaskakująco trafne spostrzeżenia: ostrzegał współczesnych, aby unikali terenów mokrych, bagien i mokradeł, ponieważ – jak uważał – na tych obszarach hodowane są maleńkie stworzenia, których nie widać oczami, ale które unoszą się w powietrzu i dostają się do organizmu przez usta i nos, powodując poważne choroby. Było to intuicyjne wskazanie na związek przyczynowo-skutkowy pomiędzy środowiskiem a chorobą, choć bez naukowego uzasadnienia.

Girolamo Fracastoro (włoski lekarz, nauczyciel i poeta, urodzony w Weronie, absolwent Uniwersytetu w Padwie) w 1546 roku przedstawił teorię roznoszenia chorób przez pewien rodzaj nasion lub zarodków, które w sposób bezpośredni lub pośredni mogą przenosić się na duże odległości. Opisał również tyfus i pełnił funkcję lekarza sprawującego pieczę nad uczestnikami Soboru Trydenckiego. Co ciekawe, od imienia bohatera jego wiersza – chorego na kiłę pasterza o imieniu Syphilus – zapożyczono łacińską nazwę tej choroby: *infectio syphilis*, czyli zakażenie Syfilusa. Stąd też zamiennie na temat kiły mówi się „syfilis”.

Okres przedpasteurowski (do 1854 roku) - kluczowe postacie

Antoni van Leeuwenhoek (1632-1723) jest uznawany za odkrywcę świata mikroorganizmów. W 1672 roku zbudował pierwszy mikroskop własnej konstrukcji, uzyskując powiększenie około 200-300 razy. Pod tym mikroskopem oglądał krople wody, ślinę i odchody, sporządzając obszerne notatki na temat obserwowanych struktur. Już wówczas wysuwał teorię, że otaczają nas miliony drobnoustrojów. Był to przełomowy moment w historii nauki.

Pier Antonio Micheli – włoski botanik, który jako pierwszy zwrócił uwagę, że grzyby mają ciała rozrodcze lub zarodniki. Odkrył grzyby z rodzaju *Aspergillus* i *Botrytis* oraz podał opisy około 1900 roślin, z których około 1400 zostało opisanych po raz pierwszy. Wśród nich było 900 grzybów i porostów. Zaobserwował, że gdy zarodniki zostały umieszczone na plasterkach melona, powstawał ten sam rodzaj grzybów – na tej podstawie sformułował wniosek, że grzyby nie powstają w wyniku spontanicznego tworzenia. Sformułował również system klasyfikacji z kluczami do rodzajów i gatunków grzybów. Podczas jednej z wypraw kolekcjonerskich w 1736 roku zachorował na zapalenie opłucnej i wkrótce zmarł we Florencji.

Otto Müller – duński biolog, który propagował i pogrupował bakterie w rodzaje i gatunki, stosując taksonomiczną klasyfikację metodą ekologiczną.

Christian Gottfried Ehrenberg – niemiecki przyrodnik, zoolog, lekarz i geolog. W 1818 roku ukończył pracę doktorską na temat grzybów. Przez prawie 30 lat badał próbki wody, gleby, osadów i pyłów, opisując tysiące nowych gatunków. Popisał prawie 400 publikacji naukowych. W swojej kolekcji zgromadził 40 tysięcy preparatów mikroskopowych, 5 tysięcy próbek surowca, 3 tysiące rysunków ołówkiem i tuszem oraz blisko 1000 listów opisujących odkrycia.

Friedrich Heine – w 1840 roku wprowadził kryteria potwierdzające rolę drobnoustrojów w wywoływaniu chorób i teorię zarazków.

Teoria komórkowa - Schleiden, Schwann i Virchow

Teoria komórkowa ogłoszona w 1838 roku powstała niezależnie w pracach dwóch badaczy: botanika **Matthiasa Schleidena** i zoologa **Thomasa Schwanna**. Głosi ona, że komórka jest podstawową jednostką strukturalną i funkcjonalną każdego organizmu. Każdy organizm jest zbudowany z komórek lub sam jest komórką. Teoria ta wskazuje na stałość składu chemicznego komórki, stałość jej budowy, stałość funkcji życiowych oraz stałość zapisu i sposobu przekazywania informacji genetycznej.

W 1855 roku **Rudolf Virchow** rozszerzył teorię komórkową o stwierdzenie: *omnis cellula e cellula* – nowe komórki powstają tylko z już istniejących. Komórka nie może powstać spontanicznie jako mieszanka substancji nieożywionej.

Robert Hooke w 1665 roku jako pierwszy obejrzał za pomocą skonstruowanego przez siebie mikroskopu fragment korka. Struktury, które widział, były w istocie martwymi ścianami komórkowymi, a nie żywymi komórkami – zdano sobie z tego sprawę dopiero znacznie później. Rok 1665 uznaje się za początek teorii komórkowej.

Ludwik Pasteur – rewolucja w mikrobiologii

Ludwik Pasteur (1822–1895) był jedną z najważniejszych postaci w historii mikrobiologii i medycyny. W 1848 roku odkrył kwas winowy i udowodnił, że pewne cząsteczki chemiczne są chiralne – odkrycie to zapoczątkowało nową dziedzinę chemii, czyli stereochemię. W 1857 roku ogłosił rewolucyjne wyniki badań nad fermentacją oraz sformułował teorię *omne vivum ex vivo* – całe życie pochodzi od życia. Obalił tym samym teorię samoródtwa.

Pasteur jest przede wszystkim znany jako wynalazca szczepionek. Zajmując się problemem kurze cholery, stwierdził, że zaaplikowanie zdrowemu kurczakowi osłabionych bakterii powoduje wytworzenie ochronnych przeciwciał. W latach 70. XIX wieku zastosował tę samą strategię przeciwko wągliкови (*Bacillus anthracis*), a w 1881 roku przeprowadził publiczny pokaz szczepienia na owcach. W 1885 roku zastosował szczepionkę przeciwko wścieklicznie – 6 czerwca 1885 roku zaszczepił 9-letniego Josepha Meistera, który został pogryziony przez wściekłe zwierzę, i chłopiec przeżył.

Pasteur wypracował również metodę obróbki termicznej żywności, od jego nazwiska nazwaną **pasteryzacją**. Prowadził badania bakteriologiczne i w 1877 roku jako pierwszy wyizolował czyste hodowle drobnoustrojów oraz opracował podłoża płynne do hodowli bakterii. Wskazywał na gronkowce jako patogeny. Tragicznie, wszystkie trzy jego córki zmarły na dur brzuszny.

W 1888 roku otwarto **Instytut Pasteura** w Paryżu, który kontynuował jego dzieło. Wychował on wielu wybitnych uczniów: **Roux** (szczepionka przeciwko błonicy), **Yersin** (współodkrywca bakterii dżumy, na jego cześć nazwanej *Yersinia pestis*), **Calmette** (szczepionka przeciwko gruźlicy), **Tullier** (badania nad cholerą), **Miecnikow** (immunologia), **Winogradzki** (mikrobiologia gleby).

Robert Koch – twórca mikrobiologii lekarskiej

Robert Koch był niemieckim lekarzem i twórcą nowoczesnej techniki mikrobiologicznej. Wprowadził podłoża stałe (agar, żelatyna) do hodowli bakterii oraz opracował metody barwienia bakterii, aby były widoczne pod mikroskopem. W 1882 roku zidentyfikował prątki gruźlicy, a w 1883 roku przecinkowca powodującego cholerę azjatycką.

Postulaty Kocha to cztery podstawowe reguły diagnostyczne stanowiące dowód, że konkretne mikroorganizmy powodują określoną chorobę:

1. Drobnoustrój musi być obecny u wszystkich osób chorych na daną chorobę i musi mieć związek ze zmianami chorobowymi.
2. Drobnoustrój musi być wyizolowany w czystej kulturze od osoby chorej.
3. Drobnoustrój wyizolowany od chorej osoby, po ponownym wprowadzeniu do ludzi lub zwierząt, musi wywołać tę samą chorobę.
4. Drobnoustrój należy ponownie wyizolować w czystej kulturze od eksperymentalnie zakażonego człowieka lub zwierzęcia.

Koch wynalazł również aparat Kocha – urządzenie sterylizujące z wykorzystaniem pary wodnej, które niszczyło przetrwalniki wąglika.

Uczniami Kocha byli: **Löffler** (odkrywca maczugowca błonicy, *Corynebacterium diphtheriae*), **Gaffky** (odkrywca pałeczki duru brzusznego, *Salmonella typhi*), **Behring** (badania nad toksyną błoniczą), **Kitasato** (odkrywca laseczki tężca, *Clostridium tetani*), **Shiga** (badania nad czerwinką, *Shigella*).

Joseph Lister i antyseptyka

Joseph Lister był brytyjskim chirurgiem i inicjatorem antyseptyki. W 1860 roku potwierdził teorię przenoszenia chorób przez drobnoustroje i jako pierwszy obserwował i opisywał objawy licznych zakażeń szpitalnych, nazywając to zjawisko **hospitalizmem**. Wskazywał na tak zwaną wielką czwórkę odpowiedzialną za wysoką śmiertelność pacjentów hospitalizowanych: zakażenie różą, posocznicę, gangrenę szpitalną i ropnicę.

Lister zauważył, że bardzo duży odsetek kobiet zapadał na gorączkę połogową po porodzie, z wysoką śmiertelnością. Po wprowadzeniu fenolu do dezynfekcji ubrań chirurgicznych i nakazaniu lekarzom dezynfekcji rąk przed odbieraniem porodów, udało się ograniczyć gorączkę połogową i obniżyć śmiertelność do 10%. Był również wynalazcą soczewki achromatycznej, która znalazła zastosowanie w mikroskopach.

Pozostałe ważne postacie

Ferdynand Cohn – współpracownik Roberta Kocha, odkrył przetrwalniki *Bacillus subtilis*, odznaczony medalem Leeuwenhoeka.

John Tyndall – wskazał na proces trzykrotnej pasteryzacji, nazwanej od jego nazwiska **tyndalizacją**, skuteczniejszej niż zwykła pasteryzacja. Opisał też efekt Tyndalla – rozpraszanie światła przez koloid z wytworzeniem charakterystycznego stożka świetlnego (efekt ten jest znany również w medycynie estetycznej, gdy preparat podany do skóry prześwituje przez nią).

Hans Christian Gram – wynalazca metody barwienia bakterii, dzięki której bakterie dzielimy na gram-dodatnie i gram-ujemne. Podział ten jest podyktowany różnicami w budowie ściany komórkowej.

Ilya Miecznikow – twórca immunologii, całe życie naukowe poświęcił tej dziedzinie. W 1908 roku otrzymał Nagrodę Nobla wspólnie z Paulem Ehrlichem za pracę nad odpornością.

Sergiusz Winogradzki – zajmował się mikrobiologią gleby, wskazał na wiązanie azotu przez bakterie glebowe, wprowadził podłoża selektywne do wzrostu mikroorganizmów. Odkrył bakterie z rodzaju *Clostridium* wiążące azot atmosferyczny, wykrył i opisał chemoautotrofię u bakterii nitryfikacyjnych, siarkowych i żelazowych.

Aleksander Fleming – szkocki lekarz i mikrobiolog, wydzielił lizozym, odkrył penicylinę i opisał jej bakteriobójcze działanie. Otrzymał Nagrodę Nobla w 1945 roku. Cytując Fleminga: „*Nie lekceważcie nigdy zjawisk, które wydają się Wam niezwykle. Zdarza się, że pozory mylą i że jest to fałszywy alarm. Ale może też się zdarzyć, że będzie to odkrycie jakiejś ważnej prawdy.*”

Paul Ehrlich – odkrył substancję przeciwdrobnoustrojową przeciwko krętkom białym (*Treponema pallidum*), powodującym kiłę. Od tego czasu rozpoczęła się era szeroko pojętej chemioterapii.

Gerard Domagk – w 1935 roku odkrył sulfonamid.

Selman Waksman – w 1943 roku odkrył streptomycynę.

Jan Danysz – odkrył bakterie paratyfusu mysiego, prowadził pionierskie badania nad zwalczaniem szkodników metodami biologicznymi. Badał nowotwory doświadczalne i możliwość ich napromieniania radem, współpracując z Marią i Piotrem Curie. Sformułował prawo biologiczne o wzajemnym stosunku jądów do przeciwjadów, zwane fenomenem Danyża.

2. Grupy drobnoustrojów – przegląd ogólny

Wirusy

Wirusy są najmniejszymi cząstkami zakaźnymi o wielkości od 18 do 600 nanometrów – są niewidzialne ludzkim okiem. Materiałem genetycznym wirusa jest albo **kwas dezoksyrybonukleinowy (DNA)**, albo **kwas rybonukleinowy (RNA)**. Istnieją też wirusopodobne cząstki nieposiadające ani DNA, ani RNA – są to **priony**, które również mają potencjał chorobotwórczy.

Wirusy są określane mianem **pasożytów wewnątrzkomórkowych** – do replikacji potrzebują komórki gospodarza (roślinnej, zwierzęcej lub ludzkiej). Wnikają do komórki i przestawiają całą jej maszynę metaboliczną na produkcję własnych kopii. Opisano ponad 2000 gatunków wirusów, z których około 650 wywołuje infekcje u człowieka lub zwierząt.

Niektóre wirusy **przełamują barierę międzygatunkową** i mogą być zakaźne zarówno dla człowieka, jak i zwierząt. Przykładem jest wirus grypy – stąd wirus ptasiej grypy i wirus świńskiej grypy, którymi może zakażać się człowiek, często z bardzo ciężkim przebiegiem.

Wirusy mogą replikować szybko lub powoli, dając choroby ostre lub przewlekłe. Przykłady chorób wirusowych:

- **Łagodne:** przeziębienie, biegunki wirusowe
- **Ciężkie:** wścieklizna, gorączka krwotoczna Ebola, ospa wietrzna (wirus VZV), AIDS (HIV), COVID-19 (SARS-CoV-2)

Bakterie

Bakterie to prokarioty – organizmy jednokomórkowe pozbawione mitochondriów, błony jądrowej, aparatu Golgiego i retikulum endoplazmatycznego. Rozmnażają się przez bezpłciowy podział komórki. Wielkość: od 0,5 do 1 mikrometra; formy cylindryczne mogą osiągać długość do 5, a nawet 20 mikrometrów.

Kluczowy podział bakterii oparty jest na budowie ściany komórkowej i metodzie barwienia metodą Grama:

- **Bakterie gram-dodatnie:** gronkowce, paciorkowce, maczugowce (błonica), laseczki tężca, laseczki zgorzeli gazowej – wrażliwe na penicylinę
- **Bakterie gram-ujemne:** pałeczka okrężnicy (*E. coli*), pałeczki durowe, pałeczki czerwonki, pałeczka krztuśca, przecinkowiec cholery

Bakterie stanowią naturalną **mikrobiotę człowieka** i odgrywają ważną rolę w funkcjonowaniu układu odpornościowego. Część bakterii jest pożyteczna, część ma duży potencjał chorobotwórczy, a bakterie toksynotwórcze są szczególnie zjadliwe.

Grzyby

Grzyby to **eukarioty** posiadające wyodrębnione jądro komórkowe, mitochondria, aparat Golgiego i retikulum endoplazmatyczne. Rozmnażają się przez bezpłciowy podział komórki. Mogą być jednokomórkowe (drożdżopodobne) lub wielokomórkowe (pleśnie). Mają znaczenie zarówno w przemyśle spożywczym (fermentacja, produkcja serów), jak i jako patogeny.

Pasożyty

Pasożyty to eukarioty jedno- lub wielokomórkowe o rozmiarach od 1–2 mikrometrów do nawet 10 metrów (np. tasiemiec). Mają skomplikowane, różnorodne cykle rozwojowe, co utrudnia zarówno przebieg zarażenia, jak i leczenie. Przykłady: glisty, tasiemce, lamblie jelitowe, owsiki, *Toxoplasma gondii*.

Tabela porównawcza grup drobnoustrojów

Cecha	Wirusy	Bakterie	Grzyby	Pasożyty
Typ komórki	Bezkomórkowe	Prokariota	Eukariota	Eukariota
Materiał genetyczny	DNA lub RNA	DNA	DNA	DNA
Rozmiar	18–600 nm	0,5–20 µm	Różny	1 µm – 10 m
Replikacja	Tylko w komórce gospodarza	Samodzielna	Samodzielna	Złożone cykle
Przykłady chorób	COVID-19, AIDS, grypa	Gruźlica, cholera, tężec	Kandydoza, aspergiloza	Malaria, borelioza, tasiemczyca

3. Budowa i klasyfikacja bakterii

Klasyfikacja morfologiczna bakterii

Nazwy bakterii często pochodzą od ich kształtu. Wyróżniamy następujące formy morfologiczne:

Formy kuliste (ziarniki):

- **Ziarniak** – forma kulista pojedyncza
- **Dwoinki** (*Diplococcus*) – dwie kuliste bakterie występujące razem
- **Paciorkowce** (*Streptococcus*) – bakterie układające się jak koraliki nawleczone na sznurek
- **Gronkowce** (*Staphylococcus*) – bakterie układające się w grona przypominające kiść winogron
- **Pakietowce** (*Sarcina*) – bakterie układające się w pakiety

Formy cylindryczne:

- **Pałeczki** – formy wydłużone
- **Laseczki** – pałeczki z formą przetrwalnikową w środku (np. laseczki węglik)
- **Łańcuszkowce** – pałeczki układające się w łańcuchy

Formy spiralne:

- **Przecinkowiec** – np. *Vibrio cholerae* powodujący cholerę azjatycką
- **Śrubowiec**
- **Krętek** – np. *Borrelia burgdorferi* (borelioza), *Treponema pallidum* (kiła)

Ostateczna identyfikacja bakterii jest uzależniona od cech **fenotypowych i genotypowych**.

Barwienie metodą Grama

Metoda barwienia opracowana przez **Hansa Christiana Grama** dzieli bakterie na dwie grupy w oparciu o różnice w budowie ściany komórkowej, a konkretnie o zawartość **mureiny (peptydoglykanu)**:

- **Bakterie gram-dodatnie** – mają grubą warstwę mureiny; po barwieniu metodą Grama wybarwiają się na kolor fioletowy. Przykłady: gronkowce, paciorkowce, maczugowce błonicy.
- **Bakterie gram-ujemne** – mają cienką warstwę mureiny i dodatkową błonę zewnętrzną zbudowaną z białek, fosfolipidów i **lipopolisacharydów (LPS)**; po barwieniu wybarwiają się na kolor różowy. Przykłady: *E. coli*, pałeczki durowe, przecinkowiec cholery.

Podział ten ma ogromne znaczenie kliniczne – bakterie gram-dodatnie i gram-ujemne wykazują różną wrażliwość na antybiotyki.

Budowa komórki bakteryjnej

Komórka bakteryjna jest organizmem prokariotycznym – nie posiada jądra komórkowego. Jej elementy strukturalne to:

- **Cytoplazma** – środowisko wewnętrzne komórki

- **Nukleoid** – obszar cytoplazmy, w którym znajduje się kolistą cząsteczka DNA (chromosom bakteryjny lub genofor), nieoddzielona błoną od reszty cytoplazmy
- **Rybosomy** – struktury biorące udział w syntezie białek
- **Błona komórkowa** – białkowo-lipidowa błona pełniąca funkcje ochronne i transportowe; w odróżnieniu od błon eukariotycznych nie zawiera cholesterolu; u bakterii tlenowych zawiera **mezosomy** (wpuklenia, w których zachodzi oddychanie komórkowe)
- **Ściana komórkowa** – zbudowana z mureiny (peptydoglykanu), nadaje komórce kształt; jej grubość determinuje wynik barwienia metodą Grama
- **Błona zewnętrzna** (u gram-ujemnych) – zbudowana z białek, fosfolipidów i lipopolisacharydów
- **Otoczka śluzowa** – u niektórych bakterii, zbudowana z polisacharydów; chroni przed wysychaniem i niekorzystnymi czynnikami zewnętrznymi
- **Rzęski** – aparat ruchu bakterii
- **Fimbrie** – organella pozwalające na przytwierdzenie się bakterii do podłoża; utrudniają usunięcie bakterii przez środki dezynfekcyjne lub antybiotyki; szczególnym rodzajem fimbrii są **pilusy**, łączące komórki bakteryjne podczas koniugacji
- **Plazmidy** – małe, kolistą cząsteczki DNA zawierające m.in. geny oporności na antybiotyki; mogą być przekazywane między bakteriami nawet niespokrewnionymi

Formy przetrwalnikowe – endospory

Niektóre bakterie (np. laseczki tlenowe i beztlenowe) wytwarzają **endospory** – formy przetrwalnikowe o wyjątkowej odporności na niekorzystne warunki środowiska, w tym na wysoką temperaturę, wysuszenie i środki chemiczne. Endospory mogą być umiejscowione centralnie, w formie wrzeciona lub w dystalnej części bakterii (dając formę pałeczek do bębnow). Zniszczenie endospor wymaga sterylizacji – sama dezynfekcja jest niewystarczająca.

Metabolizm i rozmnażanie bakterii

Odżywianie:

- **Autotrofy (samożywne):** fotoautotrofia lub chemoautotrofia
- **Heterotrofy (cudzożywne):** korzystają ze związków organicznych

Oddychanie:

- **Tlenowe** – wymagają tlenu
- **Beztlenowe** – rosną bez tlenu
- **Względnie beztlenowe** – mogą rosnąć w obu warunkach

Ten podział ma znaczenie praktyczne przy pobieraniu materiału do posiewu – krew pobiera się na podłoża do hodowli bakterii tlenowych i beztlenowych.

Rozmnażanie:

- Bezpłciowe przez podział
- Procesy płciowe: **koniugacja** (połączenie mostkami cytoplazmatycznymi i przekazanie materiału genetycznego), **transformacja** (uwolnienie DNA do środowiska i wchłonięcie przez inną komórkę), **transdukcja** (przeniesienie materiału genetycznego za pośrednictwem bakteriofagów)

Wzrost kolonii bakteryjnej

Wzrost kolonii bakteryjnej przebiega w czterech fazach:

1. **Faza zastoju** – bakterie kolonizują środowisko, ale jeszcze się nie namnażają
2. **Faza wzrostu logarytmicznego** – gwałtowny wzrost liczby bakterii
3. **Faza stacjonarna** – zastój wzrostu
4. **Faza zamierania** – obumieranie bakterii z powodu braku składników odżywczych

Toksyny bakteryjne

Wytwarzanie toksyn jest jednym z podstawowych czynników zjadliwości bakterii, decyduje o ich właściwościach chorobotwórczych i może być cechą stałą lub nabytą.

Endotoksyny:

- Stanowią integralną część komórki bakterii gram-ujemnych (np. lipid A)
- Uwalniane dopiero po rozpadzie komórki bakteryjnej
- Generalnie mniej toksyczne i działają mniej gwałtownie niż egzotoksyny
- Po dostaniu się do krwiobiegu wywołują gorączkę, zmiany w obrazie krwi i mogą powodować **wstrząs bakteryjny (septyczny)**

Egzotoksyny:

- Białka wydzielane do środowiska przez żywe bakterie gram-dodatnie
- Mogą uszkadzać błony komórkowe (np. streptolizyna O, listerulizyna, hemolizyny)

- Mogą działać wewnątrzkomórkowo (np. toksyna cholery, toksyna błonicza, toksyna krztuścowa)
- Mogą wywoływać nadmierną odpowiedź immunologiczną – **superantygeny**
- Należą tu najsilniejsze znane jady biologiczne: **toksyna botulinowa** (jad kiełbasiany) i **toksyna tężcowa**

Egzotoksyny pozbawione właściwości toksycznych (po odpowiedniej obróbce) stają się **anatoksynami (toksoidami)** i są wykorzystywane do szczepień ochronnych.

Drzewo filogenetyczne i biofilm

Drzewo filogenetyczne ukazuje wspólne pochodzenie organizmów ze wszystkich trzech domen: bakterii (kolor niebieski), eukariotów (kolor czerwony) i archeonów (kolor zielony).

Biofilm to przestrzenna struktura 3D tworzona przez bakterie, odpowiadająca za przewlekłe zakażenia u pacjentów. Fimbrie bakteryjne ułatwiają tworzenie biofilmu i utrudniają usuwanie bakterii przez środki dezynfekcyjne i antybiotyki.

4. Chorobotwórczość drobnoustrojów i zakażenia

Definicja zakażenia i biologicznego czynnika chorobotwórczego

Zakażenie to wniknięcie do organizmu i rozwój w nim biologicznego czynnika chorobotwórczego.

Biologiczny czynnik chorobotwórczy to posiadający zdolność wywoływania objawów chorobowych:

- drobnoustrój komórkowy lub wytwarzany przez niego produkt
- zewnętrzne lub wewnętrzne pasożyty człowieka lub wytwarzane przez nie produkty
- cząstki bezkomórkowe zdolne do replikacji lub przenoszenia materiału genetycznego, w tym zmodyfikowane genetycznie hodowle komórkowe

Warunki konieczne do zakażenia

Aby doszło do zakażenia, muszą być spełnione trzy warunki jednocześnie:

1. **Czynnik biologiczny** – bakteria, wirus, grzyb lub pasożyt
2. **Droga zakażenia** – sposób, w jaki czynnik dostaje się do organizmu
3. **Wrażliwy na zakażenie człowiek** – osoba, której układ odpornościowy nie jest w stanie zwalczyć czynnika na pierwszym etapie

Spotkanie z czynnikiem biologicznym nie zawsze prowadzi do zakażenia – kluczowy jest stan układu odpornościowego.

Drogi zakażenia

- **Droga powietrzna:** powietrzno-pyłowa i powietrzno-kropelkowa
- **Droga kontaktowa:** przez dotyk, brudne ręce (najczęstsza droga zakażenia)
- **Droga wertykalna:** z matki na dziecko (np. przez łożysko, podczas porodu)
- **Droga krwi:** przez zakłucie, zachłapanie spojówek
- **Droga pokarmowa:** przez skażoną żywność i wodę
- **Droga przez wektory:** np. komar (malaria), kleszcz (borelioza)

Źródła i rezerwuary zakażeń

Rezerwuuar drobnoustrojów to naturalne, biologiczne środowisko dla danego mikroorganizmu, umożliwiające mu metabolizm i replikację.

Źródłem zakażenia mogą być:

- **Chorzy** – manifestujący objawy choroby
- **Nosiciele** – osoby skolonizowane bakterią, ale same niechorujące; mogą transmitować zakażenie na innych
- **Wektory odwiedzające** – np. dzieci w fazie inkubacji choroby zakaźnej odwiedzające chorych w szpitalu
- **Personel medyczny** – przez ręce, przez bycie chorym lub nosicielem
- **Aparatura i sprzęt medyczny**
- **Sprzęt do pielęgnacji i sprzątan**
- **Laboratoria** – ryzyko zakażenia personelu przez kontakt z materiałem zakaźnym
- **Urządzenia sanitarne i wodociągowe** – np. w przypadku legionelli (zakażenie przez aerozol wodno-powietrzny)
- **Posiłki** – skażona żywność
- **Przenosiciele** – owady, gryzonie

Naturalna mikrobiota człowieka

Człowiek jest skolonizowany przez różne bakterie w zależności od obszaru ciała:

- **Nos:** gronkowce, paciorkowce
- **Jama ustna:** ziarniaki, *Lactobacillus*, krętki, enterobakteriace
- **Skóra:** *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*
- **Okolice pępka:** *Lactobacillus*, *Sarcina ventriculi*
- **Okolice genitalna:** enterokoki, *Clostridium*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus albus*, *Mycobacterium smegmatis*

Ta naturalna mikrobiota jest pożyteczna przy sprawnie działającym układzie odpornościowym. Zaburzenie równowagi mikrobioty (np. po antybiotykoterapii) może prowadzić do zakażeń oportunistycznych.

Zakażenia endogenne i egzogenne

- **Zakażenia endogenne** – wywołane przez drobnoustroje należące do własnej mikrobioty pacjenta, które w określonych warunkach (np. obniżona odporność, uszkodzenie bariery skórno-słuzówkowej) stają się patogenne
- **Zakażenia egzogenne** – wywołane przez drobnoustroje pochodzące ze środowiska zewnętrznego

Przykład: *Escherichia coli* – dwoistość roli

Escherichia coli (paleczka okrężnicy) jest doskonałym przykładem bakterii o dwoistej roli:

Rola pozytywna:

- Składnik fizjologicznej mikrobioty przewodu pokarmowego
- Udział w syntezie witaminy K
- Wskaźnik czystości mikrobiologicznej wody (jej obecność w wodzie wodociągowej dyskwalifikuje wodę jako zdatną do spożycia)

Rola negatywna:

- Zakażenia ran operacyjnych (częsta przyczyna zakażeń szpitalnych)
- Zakażenia dróg moczowych – szczególnie u pacjentów cewnikowanych, leżących, z obniżoną odpornością, u dzieci; anatomicznie kobiety są bardziej predysponowane (krótka i szeroka cewka moczowa, bliskość odbytu)
- Zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych (szczepy z antygenem K1)
- Zakażenia dróg żółciowych, układu oddechowego
- Biegunki (różne szczepy patogenne)
- Urosepsa

Zapobieganie zakażeniom

Zapobieganie zakażeniom polega na przerwaniu łańcucha zakażenia przez działanie na każdy z trzech elementów:

Element łańcucha	Metoda zapobiegania
Czynnik biologiczny	Dekontaminacja, dezynfekcja, sterylizacja
Droga zakażenia	Dezynfekcja rąk, stosowanie środków ochrony indywidualnej, eliminacja wektorów
Wrażliwy człowiek	Szczepienia, podnoszenie odporności, higieniczny tryb życia

Obowiązki prawne personelu medycznego

Ustawa o zapobieganiu i zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi nakłada na kierowników zakładów opieki zdrowotnej i osoby wykonujące zawody medyczne obowiązek zapewnienia i przestrzegania wymagań higienicznych i zdrowotnych, obejmujących w szczególności:

- zapewnienie warunków skutecznej sterylizacji materiałów medycznych, narzędzi i innego sprzętu medycznego
- prowadzenie prawidłowych procesów dekontaminacji, w tym dezynfekcji
- stosowanie indywidualnych środków ochrony pracowników

Około **60% zakażeń wirusem zapalenia wątroby typu B** w Polsce nastąpiło w placówkach ochrony zdrowia, w tym **10% to zakażenia zawodowe** pracowników (związane z zakłuciem, zachlapaniem spojówek lub kontaktem z ostrymi narzędziami). WZW typu B powoduje raka wątroby i jest chorobą przewlekłą, dlatego szczepienie przeciwko WZW B jest obowiązkowe dla personelu medycznego.

5. Higiena rąk – mycie i dezynfekcja

Znaczenie higieny rąk w pracy personelu medycznego

Ręce są najczęstszą drogą przenoszenia drobnoustrojów w przestrzeni medycznej. Pomimo powszechnej wiedzy na temat higieny, statystyki są alarmujące: **15% mężczyzn i 7% kobiet w ogóle nie myje rąk po wyjściu z toalety**. W kontekście pracy personelu medycznego jest to szczególnie niebezpieczne, ponieważ zakażenia przenoszone przez ręce u osób szczególnie wrażliwych mogą kończyć się zgonem.

Na skórze rąk bytują dwa rodzaje mikroorganizmów:

- **Flora przejściowa** – mikroorganizmy nabyte ze środowiska (w zależności od miejsca przebywania: dom, sklep, szpital); usuwane podczas mycia rąk
- **Flora stała** – mikroorganizmy zawsze obecne na skórze; usuwane jedynie w minimalnym stopniu podczas mycia

Wymagania dotyczące rąk personelu medycznego

Skóra rąk powinna być:

- **Wypielęgnowana i odpowiednio nawilżona** – zapobiega to spękaniom i przeczosom, które utrudniają dezynfekcję i stanowią wrota zakażenia
- **Kremowana** między procedurami – środki dezynfekcyjne silnie wysuszają skórę; kremowanie odbudowuje barierę hydrolipidową
- **Wolna od zmian chorobowych** – wszelkie otarcia i zranienia powinny być zaopatrzone wodoodpornym opatrunkiem

Bezwzględnie zakazane w miejscu pracy:

- Sztuczne paznokcie, tipsy, żel UV
- Biżuteria (w tym obrączki i zegarki)
- Pomalowane paznokcie
- Długie paznokcie

Uzasadnienie: Pod każdą warstwą nałożoną na płytkę paznokciową toczy się życie mikrobiologiczne. Biżuteria uniemożliwia dokładną dekontaminację rąk i jest potencjalnym rezerwuarem drobnoustrojów. Personel wynosi patogeny ze szpitala do domu, narażając bliskich.

Socjalne (zwykłe) mycie rąk

Cel: usunięcie widocznych zabrudzeń, łuszczącego się naskórka i większości mikroorganizmów przejściowych.

Technika:

1. Zwilżenie rąk ciepłą wodą
2. Nałożenie mydła
3. Pocieranie dłonią o dłoń
4. Pocieranie zewnętrznej części dłoni
5. Mycie kciuków
6. Splatanie palców (jak do uścisku)
7. Splatanie dłoni między sobą
8. Mycie opuszek palców
9. Spłukanie pod bieżącą wodą
10. Osuszenie jednorazowym ręcznikiem papierowym

Czas: minimum 1 minuta.

Kiedy myć ręce:

- Zawsze przed przystąpieniem do pracy
- Przed założeniem rękawiczek
- Po zdjęciu rękawiczek i fartucha
- Gdy rękawiczki zostaną zanieczyszczone materiałem biologicznym lub uszkodzone
- Przed jedzeniem i piciem
- Po skorzystaniu z toalety
- Po zakończeniu dnia pracy

Uwaga dotycząca suszarek elektrycznych: suszarki elektryczne wznieca ruch powietrza w pomieszczeniach, co powoduje unoszenie mikroorganizmów z powierzchni i ich inhalację. Nie powinny być stosowane w przestrzeniach medycznych ani publicznych – zaleca się wyłącznie ręczniki papierowe jednorazowego użycia.

Higieniczne mycie rąk

Cel: usunięcie zdecydowanie większej ilości mikroorganizmów niż przy myciu socjalnym.

Różnica od mycia socjalnego: przeprowadzane jest **pięciokrotnie** według opisanego schematu, z użyciem preparatów do higienicznego mycia rąk.

Podstawa prawna: normy europejskie **EN 1500** i **EN 1499**.

Najczęściej pomijane strefy:

- Przestrzenie międzypalcowe (przód i tył dłoni)
- Przestrzeń między kciukiem a palcem wskazującym
- Kciuki
- Opuszki palców (paliczki dystalne)

Higieniczna dezynfekcja rąk

Dezynfekcja rąk jest odrębną procedurą od mycia. Stosuje się preparaty alkoholowe lub inne środki dezynfekcyjne o udowodnionym spektrum działania.

Punkt mycia rąk - wyposażenie

Punkt mycia rąk musi być wyposażony w:

- Ciepłą i zimną wodę
- **Bezdotykową baterię** (łokciową lub na fotokomórkę)
- Dozownik z płynnym mydłem
- Dozownik z preparatem do dezynfekcji
- Podajnik z ręcznikami jednorazowego użycia
- **Kosz pedałowy** wyłożony workiem foliowym na zużyte ręczniki

Zasady dotyczące dozowników:

- Dozowniki do nalewania (wielorazowe) muszą być po opróżnieniu umyte, wysuszone, zdezynfekowane i dopiero wtedy napełnione nową porcją preparatu
- Najlepszym rozwiązaniem są dozowniki z jednorazowymi workami fabrycznie opisanymi przez producenta – po opróżnieniu worka wyrzuca się
- Pojemniki muszą być opisane: nazwa preparatu, data ważności
- Nie wolno dolewać preparatu do niepełnego pojemnika (ryzyko skażenia)

6. Dezynfekcja - zasady, środki i procedury

Definicja i podstawy prawne

Dezynfekcja to proces niszczenia drobnoustrojów (bakterii, wirusów, grzybów) na powierzchniach, narzędziach i skórze za pomocą środków chemicznych lub fizycznych. Nie niszczy form przetrwalnikowych – to odróżnia ją od sterylizacji.

Podstawa prawna: ustawa o zapobieganiu i zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi nakłada obowiązek prowadzenia prawidłowych procesów dekontaminacji, w tym dezynfekcji.

Spektrum działania środków dezynfekcyjnych

Na etykietach preparatów dezynfekcyjnych oznaczane jest spektrum działania literami:

- **B** – bakteriobójcze
- **TBC** – aktywne wobec prątków gruźlicy (nie wszystkie preparaty to posiadają)
- **F** – grzybobójcze
- **V** – wirusobójcze

Dobór preparatu musi odpowiadać profilowi działalności i ryzyku mikrobiologicznemu danego miejsca pracy.

Dezynfekcja narzędzi - procedura krok po kroku

Wszystkie narzędzia wielorazowego użycia po użyciu (lub po otwarciu, nawet jeśli nie zostały użyte) podlegają pełnemu procesowi dekontaminacji:

1. **Dezynfekcja wstępna** – zanurzenie w roztworze preparatu dezynfekcyjnego
2. **Mycie** – ręczne lub mechaniczne (myjnia)
3. **Suszenie**
4. **Przegląd i sortowanie**
5. **Pakowanie**
6. **Sterylizacja**
7. **Magazynowanie** jako wyrób jałowy
8. **Użycie** – tylko w dacie ważności

Przygotowanie roztworów roboczych

Jeśli preparat dezynfekcyjny jest skoncentrowany, należy przygotować roztwór roboczy o określonym stężeniu (np. 100 ml koncentratu + 900 ml wody = roztwór 10%). Stężenie determinuje czas moczenia narzędzi.

Zasady przygotowania roztworów:

- Roztwór przygotowuje się zawsze świeży, bezpośrednio przed planowaną dezynfekcją
- Preparat macierzysty przechowuje się w oryginalnych opakowaniach, w miejscach niedostępnych dla osób niepowołanych (pod kluczem)
- Absolutnie nie wolno przelewać preparatów do innych opakowań (ryzyko pomyłki i wypadków)
- Roztwory przygotowuje się w pomieszczeniu z sprawnie działającą wentylacją
- Pojemnik z roztworem musi być oznakowany: pełna nazwa preparatu, stężenie, data i godzina przygotowania, podpis osoby przygotowującej

Czas dezynfekcji: liczony od momentu włożenia **ostatniego** narzędzia; musi być ściśle przestrzegany (skrócenie = nieskuteczna dezynfekcja; wydłużenie = korozja narzędzi).

Środki ochrony indywidualnej przy dezynfekcji

Przy przygotowywaniu roztworów dezynfekcyjnych obowiązkowo:

- Rękawiczki ochronne (często inne niż diagnostyczne)
- Dodatkowy fartuch foliowy lub jednorazowy
- Okulary lub osłony na twarz

Pracodawca ma obowiązek wyposażyć pracownika w środki ochrony indywidualnej. Narażenie na środki chemiczne przez 30–40 lat pracy może prowadzić do alergii, astmy zawodowej i innych schorzeń.

Pojemniki do dezynfekcji

Profesjonalny pojemnik do dezynfekcji powinien posiadać:

- **Sito** – umożliwi wyjęcie narzędzi bez moczenia rąk
- **Szczelną pokrywę** – zapobiega parowaniu preparatu i jego wdychaniu

Po każdej dezynfekcji, przed waniem świeżego roztworu, pojemnik musi być umyty, zdezynfekowany (chemicznie lub przez wyparzenie gorącą wodą) i wysuszony.

Dezynfekcja powierzchni

Powierzchnie wolne od zanieczyszczeń organicznych: dezynfekujemy preparatem o spektrum bakteriobójczym, rozszerzonym stosownie do zagrożenia (TBC, F, V).

Powierzchnie z widocznymi zanieczyszczeniami organicznymi (krew, płyny ustrojowe): preparaty o najszerszym spektrum działania.

Ważne ograniczenia:

- **Formaldehyd** – wycofany z dezynfekcji powierzchni ze względu na toksyczność i potencjał rakotwórczy
- **Aldehyd glutarowy** – stosowany tylko w stężeniach poniżej 2%, wyłącznie w dobrze wentylowanych pomieszczeniach
- **Aerozole (spraye)** – rekomendowane wyłącznie do miejsc trudno dostępnych, nie do dużych powierzchni (ryzyko wdychania)
- **Czas działania** preparatu nie powinien być dłuższy niż 15 minut (szczególnie ważne na blokach operacyjnych)

Cechy idealnego preparatu dezynfekcyjnego

- Skuteczny bójco wobec bakterii, wirusów i grzybów
- Nie niszczy dezynfekowanych tworzyw i materiałów
- Nie ma negatywnego wpływu na ludzi ani środowisko
- Aktywny wobec substancji dodatkowych (twardość wody, zanieczyszczenia biologiczne)
- Trwały od przygotowania do użycia
- Szybko ulega biodegradacji (wylewany do ścieków)
- Akceptowalny zapach
- Ekonomiczny

Mycie narzędzi

Po dezynfekcji wstępnej narzędzia poddaje się myciu:

Mycie ręczne:

- Najpierw w letniej wodzie (usunięcie zanieczyszczeń białkowych bez ich denaturacji)
- Następnie w ciepłej wodzie z detergentem
- Przy użyciu szczoteczek przeznaczonych do tego celu (po użyciu: dezynfekcja, suszenie, sterylizacja)

Mycie mechaniczne (preferowane):

- Myjnie podobne do zmywarek kuchennych
- Myjnie dezynfektory
- Myjnie ultradźwiękowe (uwaga: mycie ultradźwiękowe to wyłącznie mechaniczne odrywanie zanieczyszczeń – nie jest to dezynfekcja!)

Po myciu: płukanie wodą destylowaną (zapobiega osadowi), a następnie suszenie (nigdy wycieranie – narzędzia muszą wyschnąć samoistnie).

7. Sterylizacja - metody, kontrola i przechowywanie

Definicja sterylizacji

Sterylizacja to proces prowadzący do zniszczenia **wszystkich drobnoustrojów oraz ich form przetrwalnikowych** poprzez zastosowanie czynników fizycznych lub chemicznych. Jest to kluczowa różnica w stosunku do dezynfekcji – sterylizacja niszczy również endospory.

Wyrób sterylny to wyrób wolny od drobnoustrojów, gdy teoretyczny poziom żywych drobnoustrojów nie jest wyższy niż **1 mikroorganizm na 10^{-6}** sterylizowanych jednostek końcowego produktu.

Wszystkie narzędzia mające kontakt z uszkodzonymi tkankami i błonami śluzowymi muszą być sterylne.

Sterylizacja jako proces specjalny

Sterylizacja jest procesem specjalnym – na każdym etapie może dojść do nieprawidłowości. Sterylność wyrobu zależy od:

- Wstępnego zanieczyszczenia mikrobiologicznego narzędzi
- Sposobu zwalniania wyrobu po sterylizacji (ocena przez osobę sterylizującą)
- Warunków przechowywania
- Sposobu dystrybucji
- Dokumentacji sterylizacji
- Kwalifikacji personelu (technicy sterylizacji)

Pakowanie narzędzi do sterylizacji

Przed pakowaniem: sortowanie narzędzi (odrzuć niedomyte, uszkodzone, ze śladami rdzy), ewentualne smarowanie.

Opakowania wielorazowego użycia:

- Kontenery do sterylizacji z filtrem
- Kontenery do sterylizacji z zaworem

Opakowania jednorazowego użycia:

- Torebki papierowo-foliowe (laminowane)
- Papier krepowany
- Włóknina
- Folia poliamidowa, polietylenowa, poliestrowa, polipropylenowa
- Torebki włókninowo-foliowe

Autoklawizacja - sterylizacja parą wodną pod ciśnieniem

Autoklawizacja jest metodą najskuteczniejszą, najbardziej ekonomiczną i najbezpieczniejszą dla materiałów wytrzymujących temperaturę do 140°C. Polega na działaniu parą wodną pod zwiększonym ciśnieniem.

Parametry autoklawizacji:

- **134°C, 2 atm, 3,5-7 minut** – standardowy cykl
- **121°C, 1 atm, 15-20 minut** – cykl wydłużony

Materiały nienadające się do autoklawizacji: guma (staje się sztywna i kruszy się pod wpływem pary pod ciśnieniem), materiały labilne temperaturowo, optyka (np. instrumenty urologiczne).

Etapy procesu autoklawizacji:

1. Nagrzanie komory autoklawu
2. Penetracja przegrzanej pary wodnej w załadunku
3. Utrzymanie temperatury przez określony czas
4. Chłodzenie komory (suszenie)

Warunki skutecznej sterylizacji:

- Właściwe parametry (czas, temperatura, ciśnienie)
- Odpowiedni rodzaj opakowania
- Prawidłowy załadunek (zbyt ciasne ułożenie pakietów uniemożliwia penetrację pary)
- Całkowite usunięcie powietrza z komory

Sterylizacja suchym gorącym powietrzem

Metoda ta ma liczne wady:

- Ograniczony zakres stosowania (wysoka temperatura)

- Może uszkadzać materiały
- Dłuższy czas sterylizacji niż przy autoklawizacji
- Różne temperatury w różnych punktach komory
- Nieekonomiczna

Stosowanie tej metody jest uznawane za błąd w sztuce sterylizacji narzędzi medycznych.

Sterylizacja niskotemperaturowa

Stosowana dla narzędzi nieodpornych na wysoką temperaturę (guma, optyka, płyny). Metody:

- **Tlenek etylenu** – skuteczny, ale toksyczny i wymaga długiego czasu wietrzenia
- **Para wodna z formaldehydem**
- **Sterylizacja plazmowa** – najczęściej stosowana w centralnych sterylizatorniach szpitalnych

Przechowywanie wyrobów sterylnych

Wysterylizowane narzędzia przechowuje się w **strefie jałowej** – specjalnym pomieszczeniu klimatyzowanym ze stałą temperaturą i wilgotnością, wykluczającym możliwość wtórnego zakażenia.

Czas przechowywania zależy od rodzaju opakowania i warunków sterylizacji. Wyrób po dacie ważności sterylizacji nie może być używany jako produkt jałowy.

Na każdym opakowaniu musi znajdować się data ważności sterylizacji.

Kontrola skuteczności sterylizacji

Metody fizyczne: pomiar temperatury, ciśnienia i obecności pary wodnej – wydruki z urządzeń autoklawizujących.

Wskaźniki chemiczne:

- **Taśmy samoprzylepne z indykatorem** – zmieniają kolor pod wpływem czynnika sterylizującego
- **Testy paskowe** – np. żółta kropka zmienia kolor na granatowy po skutecznej sterylizacji
- **Testy rurkowe** – zmieniają kolor pod wpływem temperatury, ciśnienia i czasu
- **Test Bowie-Dicka** – zmienia kolor z niebieskiego na czarny przy skutecznej sterylizacji

Testy biologiczne (spora):

- Sprawdzają skuteczność zabicia form przetrwalnikowych (sporów) odpowiednio dobranych bakterii
- Wybarwienie testu świadczy o zniszczeniu endospor

Dokumentacja sterylizacji

Każdy proces sterylizacji musi być dokumentowany i archiwizowany. Dokumentacja jest niezbędna w przypadku:

- Kontroli przez Sanepid
- Postępowania prawnego (np. oskarżenie o zakażenie WZW B podczas zabiegu)
- Weryfikacji, w którym cyklu sterylizacji dane narzędzie było wysterylizowane

Dokumentacja sterylizacji podlega ocenie przez prokuratorów i sądy.

8. Zatrucia i zakażenia pokarmowe - bakterie chorobotwórcze

Definicje - zatrucie a zakażenie pokarmowe

Kluczowe rozróżnienie, które należy zapamiętać:

- **Zatrucie pokarmowe** – schorzenie spowodowane obecnością w żywności **toksyn bakteryjnych** (jadów). Toksyny mogą być obecne w żywności nawet bez żywych bakterii.
- **Zakażenie pokarmowe** – schorzenie wywołane obecnością **samych bakterii** w żywności.

Przyczyny i źródła zatruć pokarmowych

Najczęstsze źródła skażonej żywności:

- Mięso i ryby oraz ich przetwory
- Mleko i produkty mleczne (szczególnie lody, kremy)
- Proszek jajeczny i surowe jaja
- Potrawy sporządzane z artykułów surowych, niepoddawanych obróbce termicznej

Bakterie powodujące zatrucia pokarmowe: *Salmonella*, *Shigella*, gronkowce enterotoksyczne, laseczki zgorzeli gazowej, laseczki jadu kiełbasianego (*Clostridium botulinum*).

Escherichia coli - szczepy patogenne

Escherichia coli bytuje w przewodzie pokarmowym ludzi i zwierząt. Niektóre szczepy powodują ciężkie biegunki, szczególnie u niemowląt i osób z obniżoną odpornością.

Wrażliwość: na temperatury poniżej 0°C i powyżej 60°C (gotowanie przez minimum 15 minut).

Patogenne szczepy *E. coli*:

Szczep	Mechanizm	Objawy
Enterokrwotoczna (EHEC)	Produkuje toksyny Shiga; rezerwuuar: bydło, kozy, owce	Krwawa biegunka, zespół hemolityczno-mocznicowy (HUS)
Enterotoksykogenna (ETEC)	Produkuje enterotoksynę wpływającą na komórki jelita cienkiego	Biegunka podróżnych, biegunki u dzieci
Enteropatogenna (EPEC)	Uszkodzenie nabłonka jelitowego	Biegunki u dzieci
Enteroagregacyjna (EAEC)	Agregacja na nabłonku jelitowym	Przewlekła biegunka u dzieci, biegunki podróżnych
Enteroinwazyjna (EIEC)	Inwazja komórek nabłonkowych	Choroba podobna do czerwonki
Uropatogenna (UPEC)	Fimbrie ułatwiające przyczepianie do nabłonka dróg moczowych	Zakażenia dróg moczowych, odmiedniczkowe zapalenie nerek, urosepsa

Epidemia w Niemczech (2011): Czynnikiem wspólnym dla wszystkich chorych okazały się kietki z nasion kozieradki importowane z Egiptu – przykład trudnego do wykrycia źródła zakażenia pokarmowego.

Zespół hemolityczno-mocznicowy (HUS): choroba zaliczana do mikroangiopatii zakrzepowych; dochodzi do powstawania zakrzepów w drobnych naczyniach krwionośnych (głównie nerek), niedokrwistości hemolitycznej (rozpad erytrocytów) i niewydolności nerek. 90% przypadków HUS wiąże się ze szczepem EHEC.

Escherichia coli jako wskaźnik czystości wody:

- Obecność bakterii grupy coli w wodzie wodociągowej do 10 jednostek → woda warunkowo przydatna do użycia (wymaga przygotowania)
- Obecność *E. coli* w wodzie wodociągowej → woda całkowicie niezdatna do użycia (skażenie fekalne)

Salmonella

Salmonella to bakteria chorobotwórcza dla człowieka, bytująca w przewodzie pokarmowym ludzi i zwierząt (kaczki, kury, świnie, gryzonie). Opisano ponad 2500 serotypów.

Warunki wzrostu: temperatura 5–46°C, pH 7–8; ginie podczas pasteryzacji.

Choroby wywoływane przez *Salmonella*:

- *Salmonella typhi* → **dur brzuszny**
- *Salmonella paratyphi* → **paradury**
- Gatunki odzwierzęce → **salmonellozy** (infekcje pokarmowe)

Okres inkubacji: 6–48 godzin.

Objawy: nudności, wymioty, bóle brzucha, gorączka do 39°C, wodnista biegunka (zazwyczaj bez krwi, czasem ze śladowymi ilościami krwi i śluzu).

Przebieg: choroba samoograniczająca się, objawy ustępują w 3–7 dni; antybiotyki włącza się tylko przy ciężkim przebiegu; główne leczenie to nawadnianie.

Nosicielstwo: możliwe bezobjawowe nosicielstwo – dlatego badania w kierunku *Salmonella/Shigella* są wymagane od osób pracujących w gastronomii i przemyśle spożywczym.

Diagnostyka: posiew kału (hodowla i identyfikacja bakterii), badania serologiczne (oznaczenie przeciwciał z krwi żyłnej).

Zapobieganie:

- Przechowywanie żywności w lodówce (oddzielne półki dla mięsa, warzyw, owoców)
- Właściwa obróbka termiczna żywności
- Dokładne mycie i dezynfekcja powierzchni kuchennych
- Unikanie rozmrażania i powtórnego zamrażania żywności
- Kupowanie żywności ze sprawdzonych źródeł

Shigella - czerwotka bakteryjna

Shigella powoduje **czerwonkę bakteryjną** – tak zwaną chorobę brudnych rąk. Źródłem jest przewód pokarmowy człowieka.

Drogi zakażenia: fekalno-oralna (brudne ręce, skażona żywność i woda), pływanie w skażonej wodzie, kontakty seksualne, przenoszenie przez muchy domowe.

Dawka zakaźna: zaledwie około 10 komórek bakteryjnych wystarczy do wywołania choroby.

Okres inkubacji: 1–3 dni.

Objawy:

- Początkowo: gorączka, nudności, wymioty, jadłowstręt, kurczowe bóle brzucha, uczucie parcia na stolec, ostra wodnista biegunka
- W miarę rozwoju: biegunka z domieszką śluzu i krwi
- Czas trwania: około tygodnia

Powikłania:

- Odwodnienie i zaburzenia elektrolitowe (szczególnie groźne u małych dzieci)
- Posocznica (sepsa)
- Zespół hemolityczno-mocznicowy (HUS)
- Objawy neurologiczne (ból głowy, senność, drgawki)
- Zapalenie stawów, cewki moczowej, spojówek
- Zapalenie mięśnia sercowego, uszkodzenie wątroby

Leczenie: choroba wyleczalna, objawy mogą ustąpić samoistnie w 7-10 dni; najczęściej włącza się antybiotyk. Funkcje trawienne powracają po kilku tygodniach (odbudowa mikrobioty jelitowej) – zalecana dieta łatwostrawna.

Ważna zasada: w czerwonce bakteryjnej **nie stosuje się leków hamujących perystaltykę** (np. loperamidu). Zahamowanie perystaltyki powoduje gromadzenie się bakterii i toksyn w jelitach, co może prowadzić do niedrożności porażennej jelit – stanu zagrożenia życia.

Nosicielstwo: krótkotrwałe, do miesiąca od zakażenia.

Inne bakterie chorobotwórcze w żywności

Proteus:

- Bytuje w wydalinach ludzi i zwierząt, glebie, wodzie i powietrzu
- Bakterie gnilne biorące udział w psuciu się produktów białkowych
- Przy silnym namnożeniu może powodować zatrucie pokarmowe

Serratia:

- Szeroko rozpowszechniona w przyrodzie
- Powoduje psucie się żywności zawierającej skrobię, tworzy barwne plamy na produktach
- Najczęściej saprofityczna

Yersinia:

- Bytuje w przewodzie pokarmowym zwierząt i w wodzie
- Wrażliwa na temperatury pasteryzacji
- Izolowana z mięsa, mleka, wody, warzyw, skorupiaków
- *Yersinia enterocolitica* powoduje ostre zaburzenia przewodu pokarmowego (objawy podobne do salmonellozy)
- Powoduje psucie się żywności przechowywanej w lodówce (szczególnie pakowanej próżniowo)

Pseudomonas:

- Szeroko rozpowszechniona, duża aktywność biochemiczna
- Odporna na wysokie temperatury, przeżywa w zamrożeniu
- Zasiedla drób, mięso, jaja, ryby, mleko, masło przechowywane w warunkach chłodniczych
- Powoduje śluzowatość i oślizgłość żywności, barwne plamy, zmiany organoleptyczne

Listeria monocytogenes:

- Gram-dodatnia pałeczka szeroko rozpowszechniona w przyrodzie
- Namnażanie w niskich temperaturach (przeżywa mrożenie i długotrwałe wysuszenie)
- Jedna z najbardziej ciepłoopornych form wegetatywnych
- Toleruje znaczne stężenia soli i niskie pH
- **Szczególnie niebezpieczna dla kobiet ciężarnych** – może powodować poronienie i zakażenie płodu
- Źródła: pasztety, galarety mięsne, sery, sałatki warzywne, ryby (powyżej 1000 pałeczek/g produktu)
- Komunikaty o wycofaniu żywności skażonej listerią publikuje Główny Inspektor Sanitarny (GIS) na Facebooku i Instagramie – warto śledzić

Bacillus:

- Bytuje w mięsie, produktach mleczarskich, zbożowych, owocowo-warzywnych, przyprawach
- Powoduje hydrolizę skrobi, śluzowatość i ciągliwość miękiszka pieczywa, kwaśne psucie konserw
- Gatunki chorobotwórcze wywołują zatrucia pokarmowe po spożyciu produktów białkowych i skrobiowych pozostawionych w temperaturze pokojowej (sprzyja kiełkowaniu zarodników)

Clostridium:

- Naturalne środowisko: gleba; do żywności dostaje się z ziemią i skórą

- Część gatunków wywołuje ciężkie zatrucia pokarmowe
- Inne gatunki prowadzą do gnicia produktów białkowych w warunkach beztlenowych
- **Wybrzuszone wieczko konserwy mięsnej** = skażenie *Clostridium* → bezwzględnie wyrzucić
- Może bytować w wadliwie ukiszonych kiszonkach i mleku

Staphylococcus aureus (gronkowiec złocisty):

- Powoduje ropnie skóry, anginy i zatrucia pokarmowe
- Zapobieganie: przestrzeganie zasad higieny produkcji i właściwej temperatury obróbki termicznej

Enterococcus:

- Ciepłooporny, przeżywa procesy zamrażania i pasteryzacji
- Psuje pasteryzowane konserwy mięsne, mleko, produkty pasteryzowane
- Powoduje zazielenienie powierzchni mięsa
- Ma znaczenie dla procesów fermentacyjnych (mleczarstwo, piekarstwo, gorzelnictwo)

Pleśnie i mykotoksyny

Pleśnie to wielokomórkowe organizmy cudzożywne należące do grzybów właściwych. Nie mają zdolności syntezy chlorofilu – są zależne od zewnętrznej substancji organicznej.

Negatywne działanie pleśni:

- Rozpad białek, rozkład tłuszczów, obniżenie wartości odżywczej żywności
- Uszkodzenie konstrukcji drewnianych
- Silny potencjał alergizujący (przebywanie w zagrzybiałych pomieszczeniach, spożywanie spleśniałej żywności)
- Produkcja **mykotoksyn** – toksycznych metabolitów o potencjale rakotwórczym

Najważniejsze mykotoksyny:

- **Aflatoksyna** – silnie rakotwórcza
- **Ochratoksyna A**
- **Patulin**

Mykotoksyny są zaliczane do zagrożeń chemicznych w analizie zagrożeń **HACCP** (system bezpiecznego postępowania z żywnością w przemyśle spożywczym).

Wektory zakażeń pokarmowych

Wektory przenoszące zakażenia pokarmowe:

- **Myszy i szczury** – gryzonie mają duży potencjał przenoszenia zakażeń
- **Ptaki** – np. w kontekście ptasiej grypy
- **Owady** – mucha domowa może przenosić bakterie *Shigella* na żywność
- **Roztocza** – głównie potencjał alergizujący

Źródłem zakażeń pokarmowych może być:

- Zanieczyszczona gleba
- Zanieczyszczona woda (i organizmy w niej żyjące, spożywane bez obróbki termicznej)
- Nosiciele (ludzie bez objawów choroby)
- Zwierzęta rzeźne i ptactwo

Dane epidemiologiczne (Polska)

Według Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego – Państwowego Zakładu Higieny rocznie w Polsce:

- Około 400–500 zakażeń *E. coli* biegunkotwórczą
- Kilka przypadków zakażeń *E. coli* enterokrwotoczną (EHEC)
- Kilka przypadków zespołu hemolityczno-mocznicowego (HUS) w przebiegu zakażenia *E. coli*

— KONIEC —