

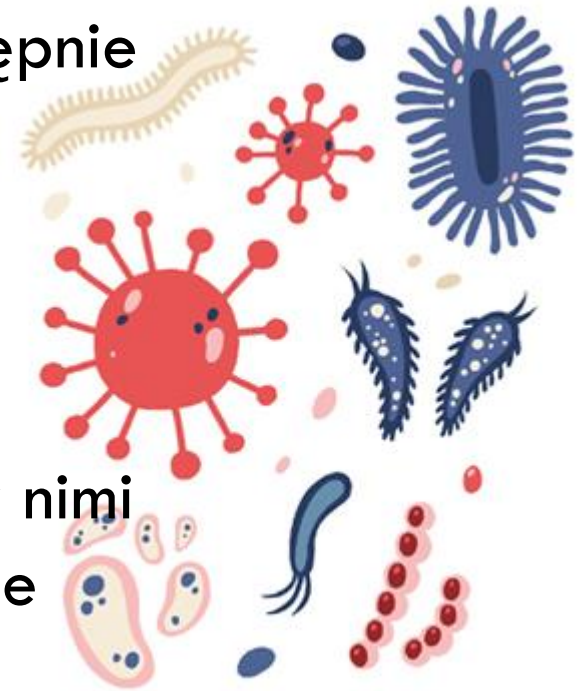
ORGANIZMY
PROKARIOTYCZNE – BAKERIE I
ARCHEOWCE



Pochodzenie bakterii

Bakterie to obok sinic najstarsze organizmy żyjące na Ziemi. Pojawiły się w proceanie być może nawet 3,5 mld lat temu i następnie ewoluowały wykształcając różnorodne sposoby metabolizmu.

Bakterie i archeowce wykazują wiele podobieństw metabolicznych i morfologicznych. Jednak różnice między nimi sprawiają że klasyfikujemy je jako dwie oddzielne linie ewolucyjne.



Pochodzenie Bakterii

Organizmy kosmopolityczne to takie, które zasiedlają wszystkie miejsca i są powszechne na kuli ziemskiej.

Ekstremofile to organizmy o wysokiej tolerancji środowiskowej.



Występowanie bakterii

Bakterie praktycznie występują wszędzie, zamieszkują one:

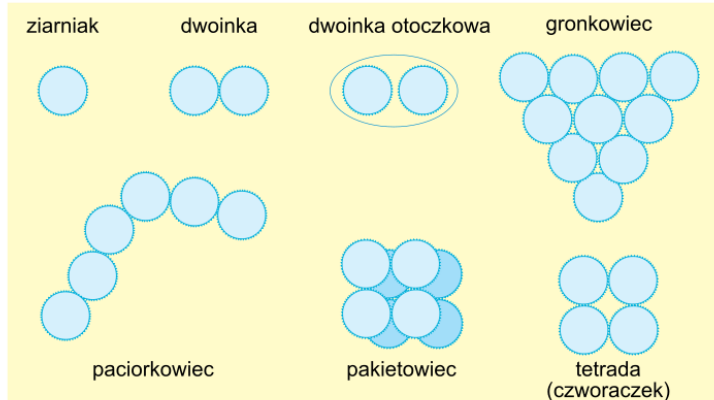
- Powietrze, za pomocą którego mogą być przenoszone w postaci cyst lub przetrwalników na bardzo duże odległości. Wchodzą wówczas w skład aeroplanktonu, w którym obok form przetrwalnych mogą być obecne, wykorzystując wilgoć powietrza formy wegetatywne bakterii.
- Glebę, w tym również w mule dennym
- Wody wszystkich rodzajów, żyjąc w nich na różnych głębokościach.
- Gorące źródła, w których temperatura sięga 90°C.
- Lodowce.
- Szczyty gór.
- Ciała żywych organizmów, zarówno jako symbionty oraz pasożyty.
- Ciała martwych organizmów przyczyniając się do ich rozkładu.
- Ściekach, odchodach i innych nieczystościach, które są bogate w substancje organiczne.

Kształty komórek bakteryjnych

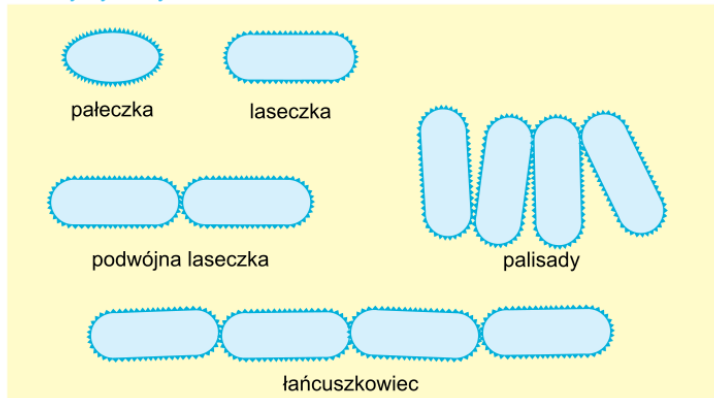
- Ziarenkowiec to forma kulista, która nigdy nie jest orzęsiona,
- Pałeczka/ laseczka to forma walcowata, której nazwa zależy od zdolności do wytwarzania przetrwalników (endospor). Formy walcowate zdolne do ich tworzenia nazywamy laseczkami, a pozostałe pałeczkami.
- Maczugowiec to forma walcowata o zgrubiałych końcowych komórki np. maczugowiec błonnicy
- Wrzecionowiec to forma walcowata o zaokrąglonych biegunach
- Prątek to cienka forma walcowata, która może być prosta lub nieznacznie zakrzywiona np. prątek gruźlicy
- Przecinkowiec to forma walcowata w połowie zakrzywiona posiadająca zwykle jedną wić np. przecinkowiec cholery,
- Śrubowiec o kształcie luźno skręconej spirali zakończonej po obu stronach wiązkami lub pojedynczymi rzęskami,
- Krętek o cienkim, spiralnie skręconym i nieorzęsionym na końcach komórki ciele np. krętek błądy wywołujący kiłę

Kształty komórek bakteryjnych

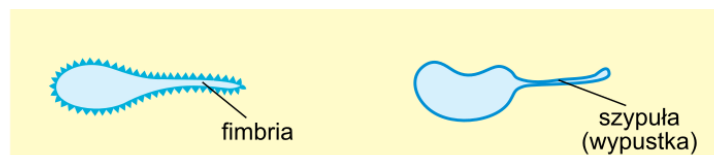
Ziarniaki



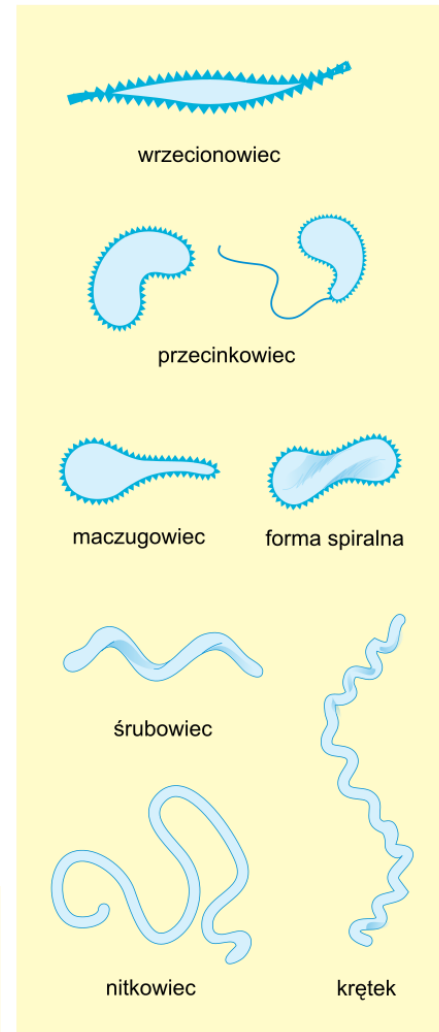
Formy cylindryczne



Rozmnażanie i dodatki bakterii



Inne formy



Kolonie bakteryjne

Powstające po podziale komórki bakterii mogą rozchodzić się lub łączyć się ze sobą wykorzystując do tego otoczkę śluzową. Powstają wówczas grupy komórek zwane koloniami, w których każda komórka kolonii może prowadzić samodzielne życie.

Wyróżniamy następujące rodzaje kolonii:

-
- Dwoinka to dwie połączone ze sobą ziarenkowce, które mogą być otoczone wspólną otoczką śluzową np. dwoinka rzęzączki,
- Czworaczek to cztery połączone ze sobą ziarenkowce leżące w jednej płaszczyźnie,
- Paciorkowiec to sznur połączonych ze sobą ziarenkowców np.
- Gronkowiec to grupa nieregularnie połączonych ze sobą ziarenkowców
- Pakietowiec to grupa regularnie połączonych ze sobą ziarenkowców tworzących sześciiany,
- Nici to sznur połączonych ze sobą bakterii walcowatych,
- Promieniowce to osobliwe kolonie złożone z walcowatych komórek tworzące rozgałęziające się nici przypominające strzępki grzybni.

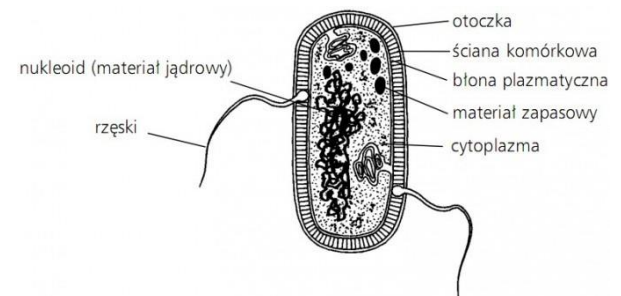
Podział bakterii

Obecnie bakterie dzieli się na dwie grupy wywodzące się od tego samego przodka, których ewolucja przebiegała równolegle:

- Archebakterie zwane archeanami, u których obserwujemy cechy wspólne z organizmami eukariotycznymi, a które nie występują u bakterii właściwych. Do cech tych należą:
 - obecność intronów w genach,
 - połączenie DNA z histonami,
 - odmienny przebieg ekspresji materiału enetycznego.

Od bakterii właściwych różnią się one budową ściany komórkowej (brak mureiny). Archeany zamieszkują środowiska ekstremalne (gorące źródła, kominy metanowe, szyby naftowe).

- Eubakterie (bakterie właściwe)

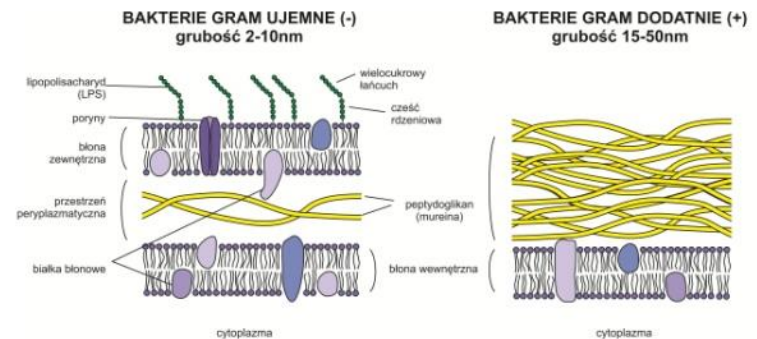


Budowa komórki bakterii

Budowa komórki bakterii właściwych

Komórki bakteryjne są małe, zwykle kilkukrotnie mniejsze od komórek eukariotycznych. Pomimo swojej prostoty są organizmami bardzo zróżnicowanymi pod względem budowy i czynności życiowych. W komórkach bakterii możemy wyróżnić następujące struktury:

- **Ściana komórkowa** u bakterii zbudowana jest z mureiny (peptydoglikanu). Jest ona stosunkowo gruba, dzięki czemu do komórek bakteryjnych nie mogą wnikać wiriony. Nadaje ona kształt komórce i chroni przed pęknięciem związanym z wysokim ciśnieniem osmotycznym, bowiem bakterie żyją najczęściej w środowisku hipotonicznym i są narażone w związku z tym na napływ wody do ich komórek. Grubość ściany zależy od ilości warstw mureiny, u bakterii gramujemnych jest zwykle jedna lub kilka warstw, a u gramodatnich jest tych warstw wiele. Ponadto ściana komórkowa tych ostatnich pokryta jest dodatkową błoną zewnętrzną podobną do błony cytoplazmatycznej, co powoduje, że ściana komórkowa bakterii gramujemnych jest żywą strukturą biologiczną. W skład błony zewnętrznej obok fosfolipidów, tworzących wyłącznie warstwę wewnętrzną, przylegającą do ściany komórkowej wchodzi lipoproteidy i lipopolisacharydy tworzące zewnętrzną warstwę błony zewnętrznej. Ściana komórkowa może być pokryta otoczką śluzową, która ułatwia poruszanie, utrudnia osiadanie na komórce bakteriofagów, ułatwia tworzenie się kolonii oraz chroni przed fagocytozą. Otoczka ta najczęściej zbudowana z polisacharydów i może być czynnikiem chorobotwórczym.



Budowa komórki bakterii właściwych

- **Rzęska** (wić), która nie jest w odróżnieniu od rzęsek (wici) eukariontów wypustką cytoplazmatyczną i znacznie różni się od nich budową. Do białkowego kompleksu zbudowanego z pierścieni białkowych, osadzonego w cytoplazmie i przechodzącego przez błonę(y) komórkową i ścianę komórkową przymocowany jest haczyk, z którym połączona jest rzęska mająca postać pojedynczego, pustego w środku włókna zbudowanego z łańcuchów białkowych. Białkiem tym jest flagelina. Rzęska porusza się rotacyjnie, a w ruch wprowadza ją najgłębiej położony pierścień białkowy zwany wirnikiem. Ilość rzęsek (od 1 do 30) oraz ich rozmieszczenie na ciele komórki jest różna. W zależności od rozmieszczenia rzęsek wyróżniamy komórki:
 - monotrichalne, gdy pojedyncza wić znajduje się na biegunie komórki,
 - lofotrichalne, gdy pęczek wici znajduje się na jednym lub obu biegunach komórki,
 - amfitrichalne, gdy na obu biegunach komórki znajdują się pojedyncze wici,
 - perytrichalne, gdy wici rozmieszczone są na całej powierzchni komórki.
- Istnieją również komórki bakteryjne nie posiadające wici.

Budowa komórki bakterii właściwych

- **Fimbrie** to włosowate struktury pozwalające na przyleganie bakterii do podłoża oraz komórek żywiciela.
- **Pile** (pille, pilusy) to rurkowate struktury zbudowane z białka piliny biorące udział w koniugacji
- **Błone komórkową**, która leży pod ścianą komórkową i pełni takie same funkcje jak u organizmów eukariotycznych.
- **Nukleoid** to obszar lub obszary zwykle w centralnej części komórki, nie oddzielony od cytoplazmy błoną, w którym znajduje się materiał genetyczny w postaci kolistej, dwuniciowej cząsteczki DNA zwanej genoforem. Genofor tworzy wiele pętli, które łączy wspólny rdzeń w skład którego wchodzi białka i RNA. U bakterii kolistych występuje jeden nukleoid, z kolei u bakterii o wydłużonych komórkach może ich być więcej.
- **Plazmidy** to obok materiału genetycznego w obrębie nukleoidu niewielkie, zwykle koliste, niezależnie replikujące się cząsteczki DNA. Często zawierają geny decydujące o odporności na antybiotyki.

Budowa komórki bakterii właściwych

- **Chromatofory** to błoniaste twory będące wpukleniami błony komórkowej odpowiedzialne za proces fotosyntezy zawierające bakteriochlorofil. Mogą mieć postać pęcherzyków lub tylakoidów.
- **Karboksosomy** to struktury odpowiedzialne za pobieranie dwutlenku węgla obecne u bakterii samożywnych.
- **Rybosomy 70S** odpowiedzialne za syntezę białek.
- **Mezosomy** to struktury mające charakter wpukleń błony komórkowej, którym przypisuje się funkcje centrów energetycznych, jednak w świetle nowszych badań podejrzewa się, że są to tylko artefakty powstające podczas obserwacji mikroskopowych.

Zdolność bakterii do wiązania azotu atmosferycznego

Azot to pierwiastek chemiczny, który występuje w atmosferze w 78% (procent składowy), ale tylko niektóre bakterie są w stanie wiązać go w stanie wolnym:

- Sinice (Gleocapsia, Gleotrichia i Nostoc)
- Azotobacter
- Clostridium
- Rhizobium (symbionty z roślinami motylkowymi).



Asymilują one wolny azot przekształcając go w amoniak i dalej azotany (V). Ta forma jest przystępna dla roślin te udostępniają go heterotrofom.

Proces ten może zachodzić tylko w warunkach beztlenowych.

Odżywianie się bakterii

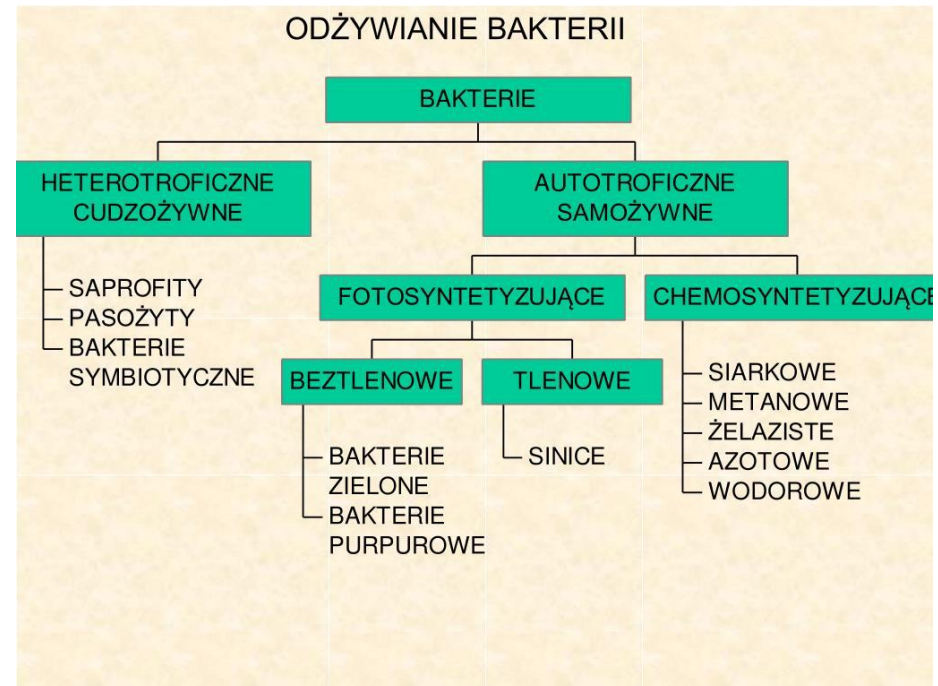
Wśród bakterii mamy heterotrofy oraz autotrofy:

□ Bakterie heterotroficzne

- Pasożyty
- Symbionty
- Saprophyty

□ Bakterie autotroficzne

- Fotoautotrofy
 - Oksygeniczne
 - Anoksygeniczne
- Chemoautotrofy



Oddychanie bakterii

Bakterie uzyskują energię przez oddychanie tlenowe i beztlenowe.

Tlenowe (utlenianie związków organicznych) zachodzi w cytozolu (glikoliza, reakcja pomostowa i cykl Krebsa) i błonie komórkowej (łańcuch oddechowy).

Beztlenowe mogą przeprowadzać fermentację (cytozol):

- Fermentacja alkoholowa (*Sarcina*)
- Fermentacja mleczanowa (*Lactobacillus*)

Bakterie denitryfikacyjne z kolei przeprowadzają proces podobny do tlenowego tyle, że elektrony pochodzą z utleniania i redukcji związków azotu.

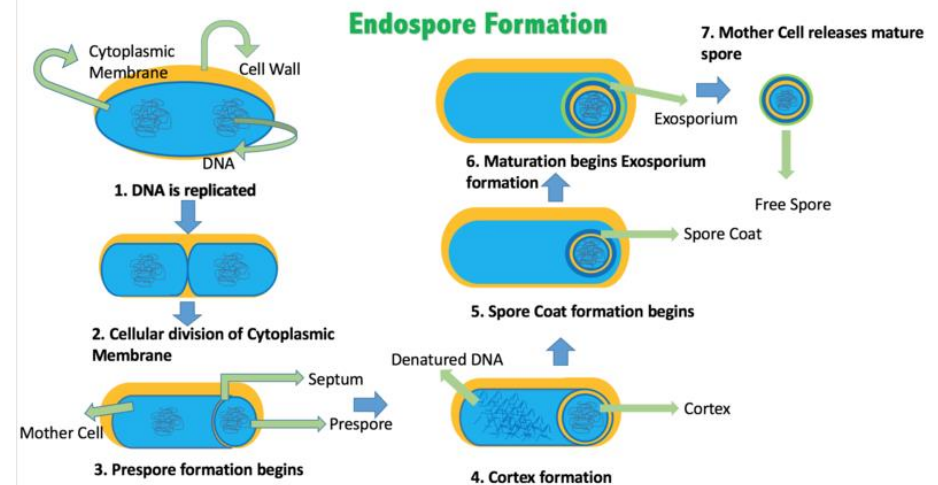
Większość z nich to jest jednak względnie beztlenowcami a tylko niektóre obligatoryjnymi.

Formy przetrwalnikowe

W momencie niesprzyjających warunków środowiska wiele bakterii zmniejsza tempo metabolizmu i wchodzi w stan anabiozy czyli utajenia. Wytwarza wówczas formy przetrwalnikowe takie jak **cysty** lub **endospory**. Oczekują one na korzystne warunki.

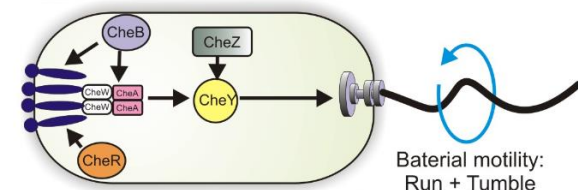
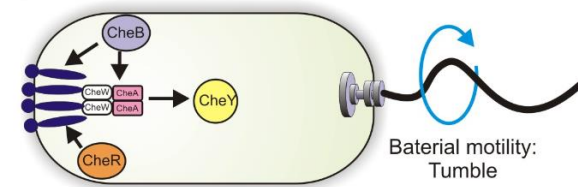
Cysty są odwodnione i posiadają grubą ścianę komórkową.

Endospory powstają przez niesymetryczny podział, gdzie mniejsza z nich otacza się grubą ścianą, a po dojrzewaniu reszta komórki ulega obumarciu. W tej postaci może przetrwać nawet 30 lat.



Wzrost i ruch

Bakterie poruszają się w środowisku do lub w przeciwnym kierunku w związku z substancjami chemicznymi. Takie ruchy nazywamy taksjami. W przypadku bodźca chemicznego będzie to chemotaksja (dodatnia-w kierunku, ujemna-w przeciwnym kierunku). Mamy też termotaksje i fototaksje.



Rozmnażanie się bakterii

Bakterie rozmnażają się tylko i wyłącznie bezpłciowo przez podział, pączkowanie lub fragmentację. Tempo podziału jest ogromnie szybkie (co 20-30min) jednak czynnikiem regulującym jest np. dostępność pokarmu i budulca.

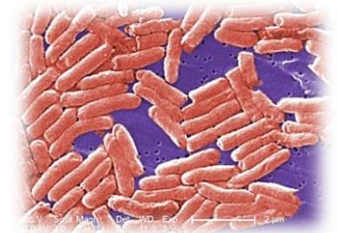
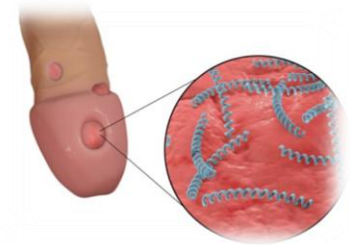
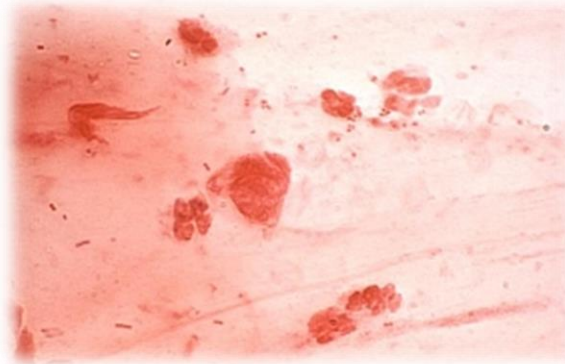
Mimo bezpłciowego rozmnażania się, bakterie wykazują dużą różnorodność genetyczną dzięki procesom płciowym (paraseksualnym) takim jak:

- Transdukcja (przez bakteriofagi)
- Transformacja (przez pobieranie z podłoża)
- Koniugacja (przez pilus)

Procesy te nie prowadzą do zwiększania liczebności lecz zwiększają rekombinację.

Choroby bakteryjne

- Gruźlica
- Tężec
- Borelioza
- Salmonelloza
- Kiła
- Rzeżączka



Leczenie chorób bakteryjnych

Do leczenia chorób bakteryjnych wykorzystuje się antybiotyki czyli środki najczęściej pochodzenia naturalnego izolowanego z komórek bakterii lub grzybów.

- Antybiotyki bakteriobójcze
- Antybiotyki bakteriostatyczne

Antybiotyki mogą łączyć się z rybosomami hamując translację, hamować replikację DNA bakteryjnego oraz hamować produkcję mureiny (uszkadzając ścianę komórkową).

Antybiogram to graficzny schemat określający ilość dawki antybiotyku wpływająca na śmiertelność bakterii.