KURS
„BIOLOGIA POD KLUCZ"

BAKTERIE

Prezentacja jest chroniona prawnie przed kopiowaniem bez pisemnej zgody autora i stanowi „utwór" i w myśl Ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. z 1994 r., Nr 24, poz. 83 z późn. zm.).

PODSTAWA PROGRAMOWA 2025



1. Przedstawia budowę komórki prokariotycznej, z uwzględnieniem różnic w budowie ściany komórkowej bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych.
2. Wyjaśnia różnice między archeowcami i bakteriami; przedstawia znaczenie archeowców; przedstawia różnorodność form morfologicznych bakterii.
3. Przedstawia czynności życiowe bakterii: odżywianie (chemoautotrofizm, fotoautotrofizm, heterotrofizm); oddychanie beztlenowe (denitryfikacja, fermentacja) i tlenowe; rozmnażanie.
4. Wykazuje znaczenie procesów płciowych w zmienności genetycznej bakterii.
5. Przedstawia znaczenie bakterii w przyrodzie i dla człowieka, w tym wywołujących choroby człowieka (gruźlica, tężec, borelioza, salmonelloza, kiła, rzeżączka).

Bakterie to prokariotyczne jednokomórkowe organizmy mogące tworzyć kolonie.

Mikrobiologia jest nauką o najmniejszych organizmach żywych (mikroorganizmach, drobnoustrojach) zasiedlających ziemską biosferę. Wyraz ten pochodzi z języka greckiego od trzech słów: **mikros** – mały, **bios** – życie, **logos** – wiedza.

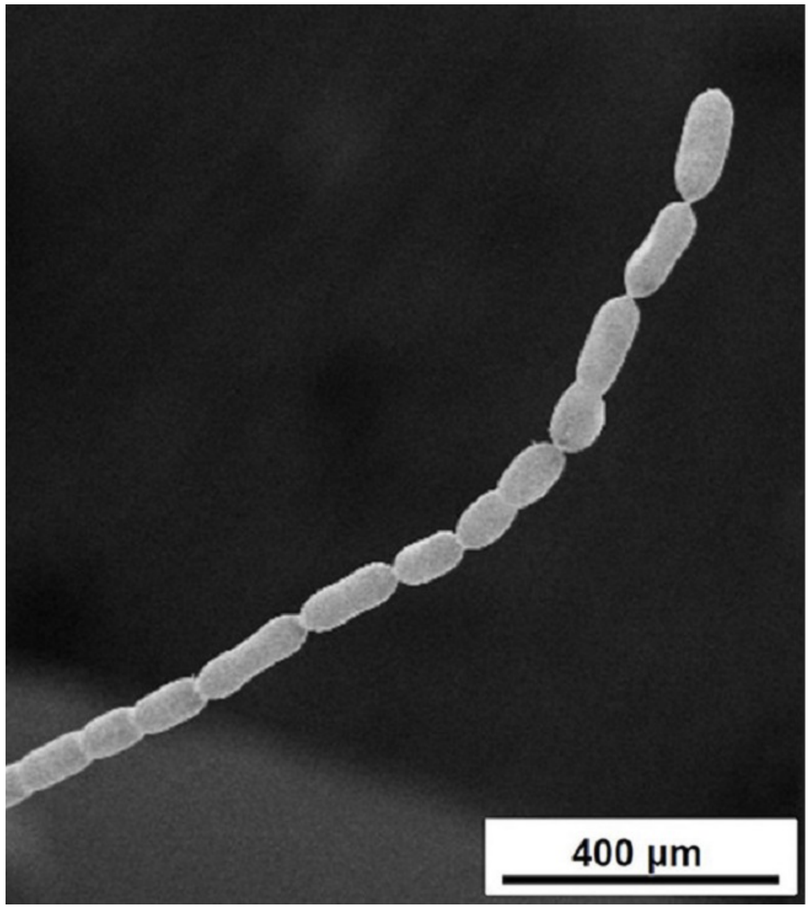
Wśród mikroorganizmów **bakterie stanowią najliczniejszą** (choć nie jedyną) i **najbardziej zróżnicowaną** pod względem budowy i właściwości grupę.



Typowa komórka bakteryjna ma zwykle średnicę ok. 1 µm, więc nie jesteśmy w stanie dostrzec jej gołym okiem. Spotyka się również bakterie o mniejszych lub większych wymiarach:

- np. wiele ziarniaków ma średnice 0,5 µm,
- największym znanym obecnie gatunkiem bakterii jest **Thiomargarita namibiensis** (siarkowa perła Namibii), której komórka może osiągać długość nawet do 2 mm.

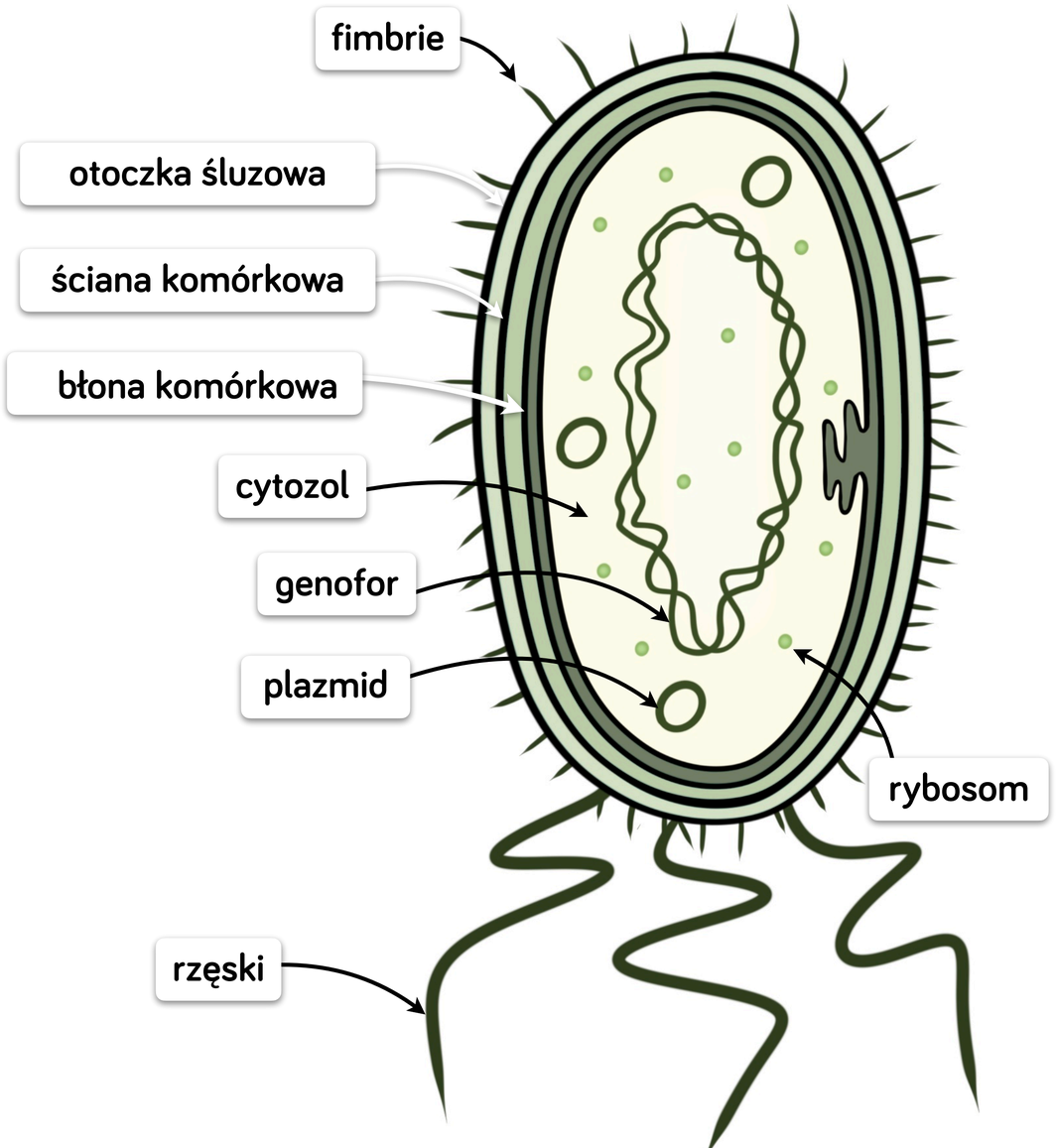
Bakterie to organizmy **kosmopolityczne**, ponieważ występują powszechnie na całej kuli ziemskiej.



Thiomargarita namibiensis

BUDOWA KOMÓRKI BAKTERYJNEJ

BUDOWA KOMÓRKI BAKTERYJNEJ

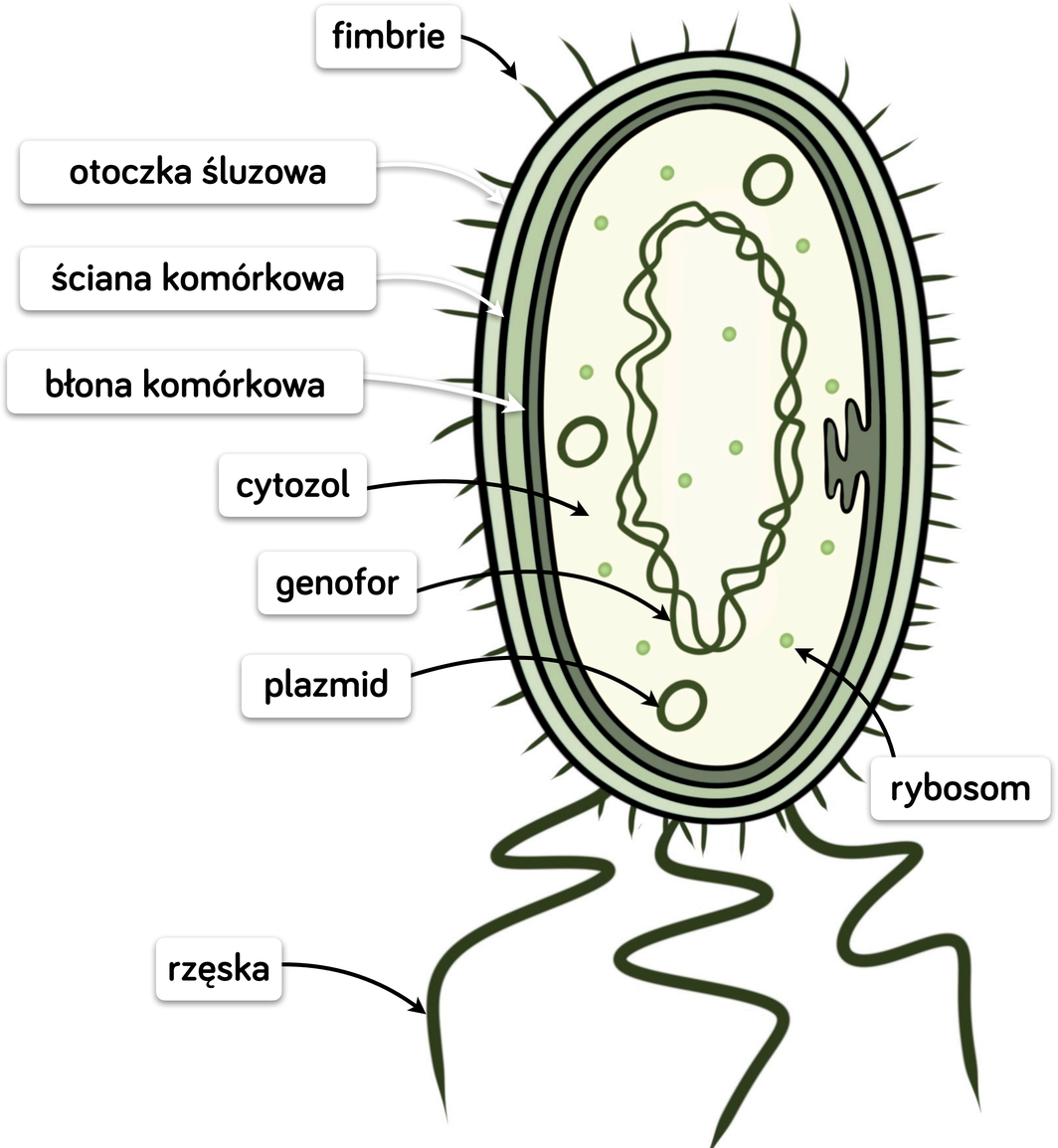


Od zewnątrz komórkę bakteryjną otacza:

1. **otoczka śluzowa** (warstwa śluzowa), która umożliwia **przyczepianie** się bakterii do podłoża lub pełni funkcję **ochronną**, np. **przed wysychaniem**, a w przypadku bakterii chorobotwórczych **przed fagocytozą** przez komórki układu odpornościowego gospodarza

2. **ściana komórkowa**: sztywna, zbudowana z **peptydoglikanu (mureiny)**. Nadaje komórkom bakterii kształt i zabezpiecza je **przed pęknięciem w środowisku hipotonicznym.**

BUDOWA KOMÓRKI BAKTERYJNEJ



3. **błona komórkowa**: oddziela wnętrze komórki od środowiska zewnętrznego, a także umożliwia wymianę określonych substancji między komórką a otoczeniem. Tworzy **wewnątrzkomórkowe wpuklenia** (odpowiednik mitochondrium), przez co ma dużą powierzchnię, ponieważ w błonie komórkowej u bakterii zachodzą liczne procesy metaboliczne np. niektóre etapy **oddychania komórkowego** oraz **fotosyntezy**.

- w ścianie oraz błonie komórkowej zakotwiczone są długie **rzęski** zbudowane z białka flagelliny, umożliwiające bakterii **aktywny ruch**
- występują też krótsze wyrostki - **fimbrie,** umożliwiające **przyczepienie** do podłoża czy komórek zwierzęcych
- oraz **pilusy** - biorące udział w procesie **koniugacji**, nieznacznie większe od fimbrii

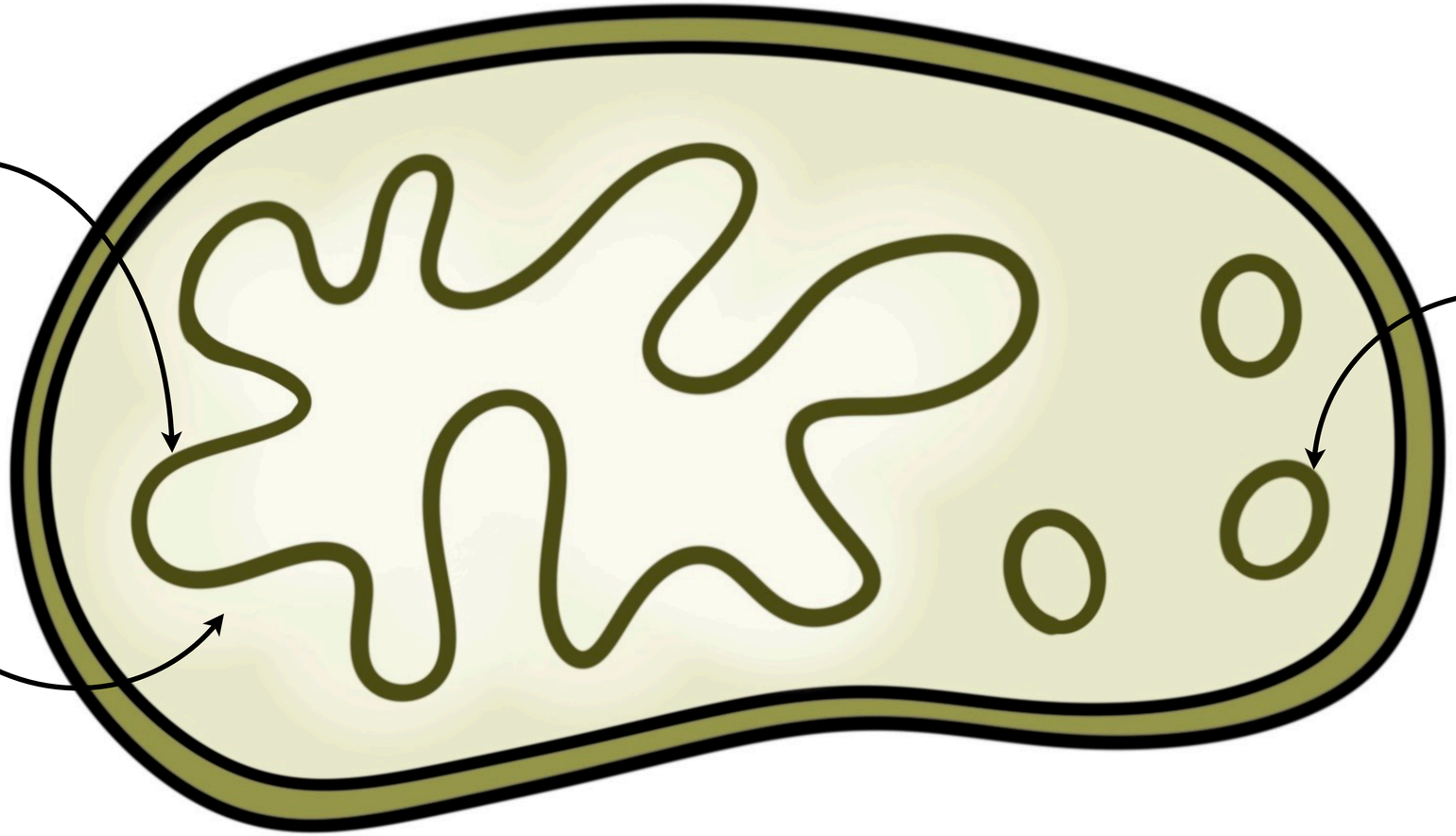
BUDOWA KOMÓRKI BAKTERYJNEJ



Komórki bakterii **nie mają jądra komórkowego**. Wnętrze komórki bakterii wypełnia **cytozol**, w którym znajdują się:

- **koliście** zamknięta cząsteczka DNA, nazywana **genoforem** lub **chromosomem bakteryjnym**
- **nukleoid**- odpowiednik jądra komórkowego, obszar cytozolu, w którym obecny jest genofor.
- **plazmidy** - mniejsze od genoforu **koliście zamknięte cząsteczki DNA**; replikują się niezależnie od DNA genomowego lub zostają do niego wbudowane. **Plazmidy zawierają informacje o cechach przydatnych, choć nie zawsze niezbędnych do życia bakterii**. Nie wszystkie gatunki bakterii posiadają plazmidy.
- **rybosomy** o stałej sedymentacji **70S** - struktury biorące udział w syntezie białek bakterii

BUDOWA KOMÓRKI BAKTERYJNEJ



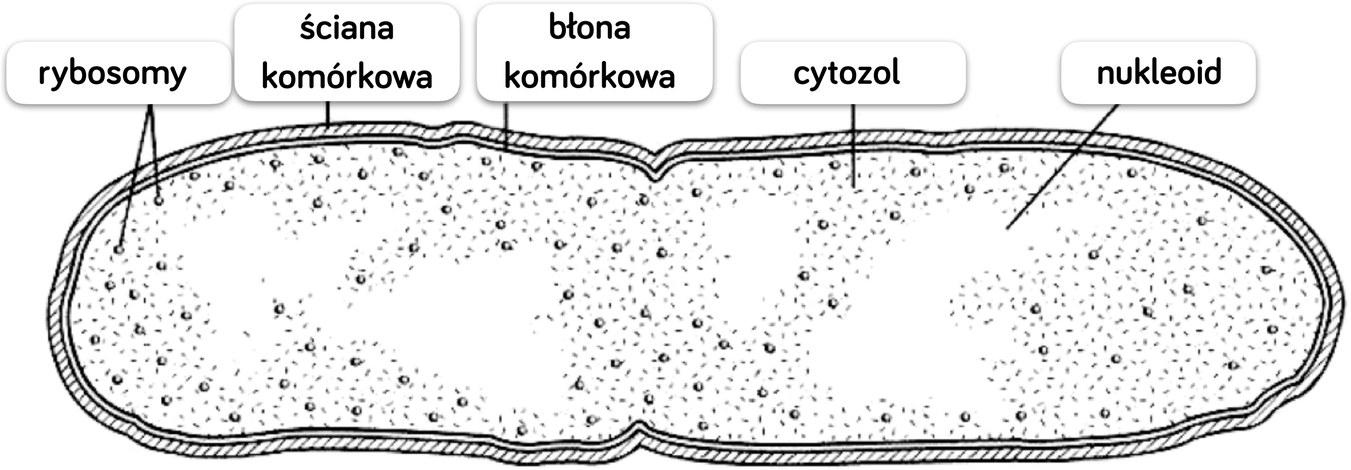
genofor (chromosom bakteryjny)

plazmidy

nukleoid

BUDOWA KOMÓRKI BAKTERYJNEJ



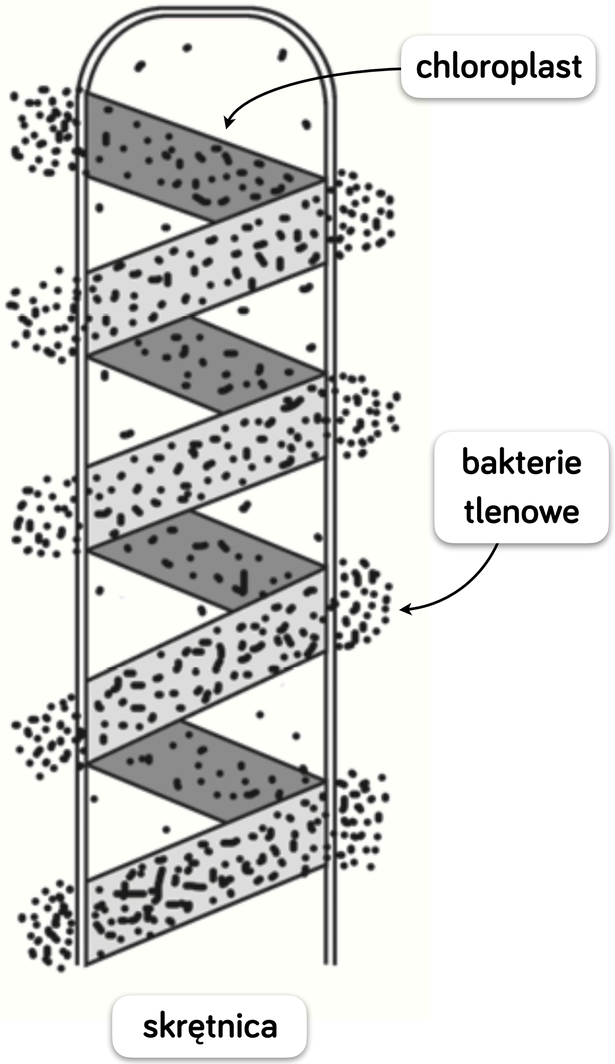


Na podstawie: A. Allott, D. Mindorff, *Biology*, Oksford 2014.

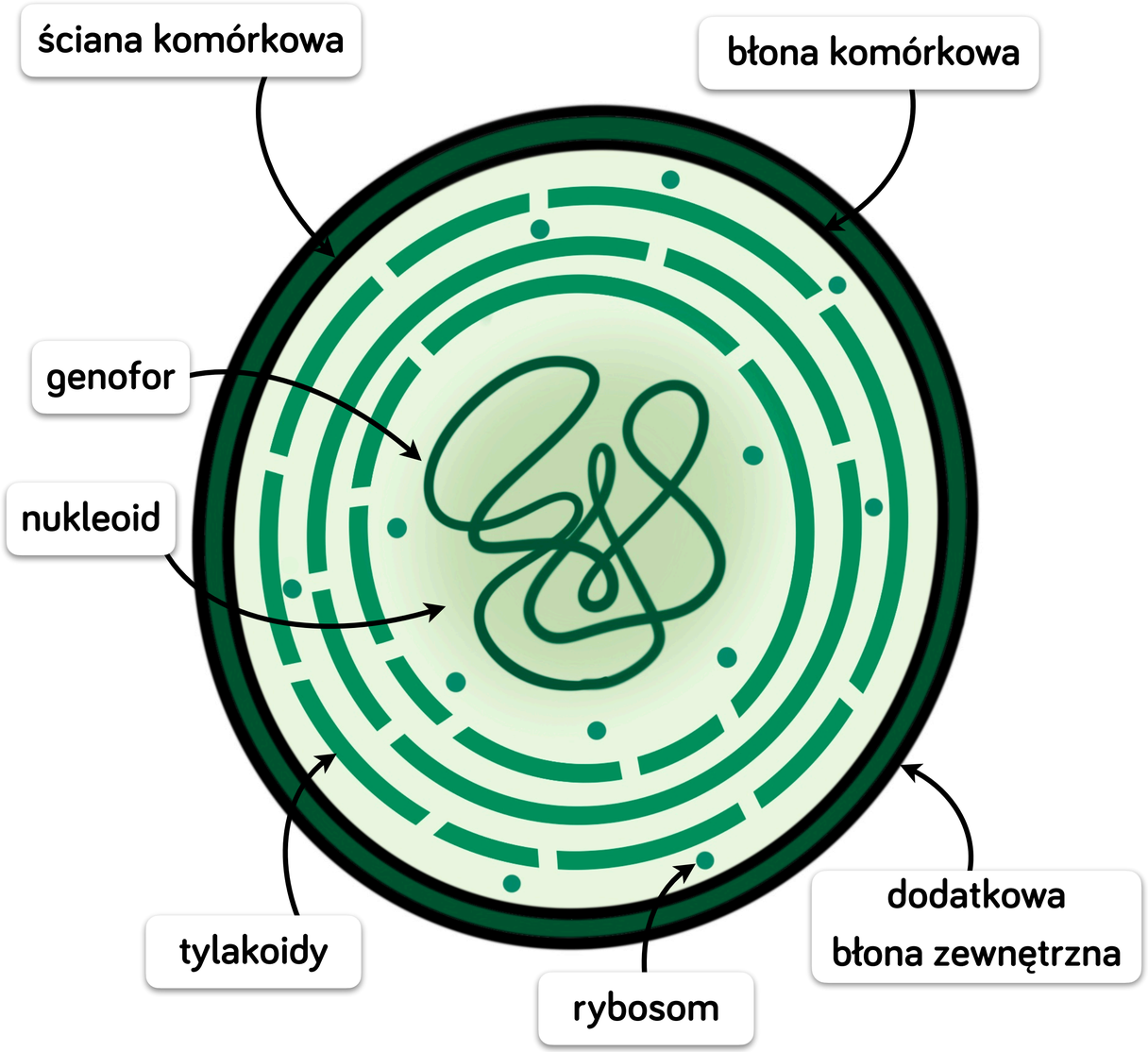
BUDOWA KOMÓRKI BAKTERYJNEJ

Wiele bakterii, dzięki rzęskom, wykonuje kierunkowe ruchy tzw. **taksje** w odpowiedzi na działanie bodźców dochodzących ze środowiska (**chemotaksja, fototaksja, termotaksja**).

Na schemacie obok została przedstawiona skrętnica - glon, którego nazwa pochodzi od **spiralnie skręconego chloroplastu**. Wokół chloroplastu gromadzą się **bakterie tlenowe**, które wykazują **chemotaksję dodatnią**, ponieważ w chloroplaście skrętnicy **zachodzi fotosynteza, której produktem ubocznym jest tlen**, wykorzystywany przez te bakterie do oddychania tlenowego.



BUDOWA SINICY



Sinice posiadają **tylakoidy** (ciała chromatoforowe), które występują w postaci pęcherzyków wypełnionych chlorofilem a. Zachodzi w nich **fotosynteza**, są więc odpowiednikami chloroplastów.

Sinice, tak jak bakterie Gram-, mają **dodatkową błonę zewnętrzną** i **cienką** ścianę komórkową. Otoczone są grubą **otoczką śluzową** (nie została uwzględniona na schemacie).

BUDOWA KOMÓRKI BAKTERYJNEJ



Komórki bakteryjne **nie posiadają struktur typowych dla komórek eukariotycznych**:

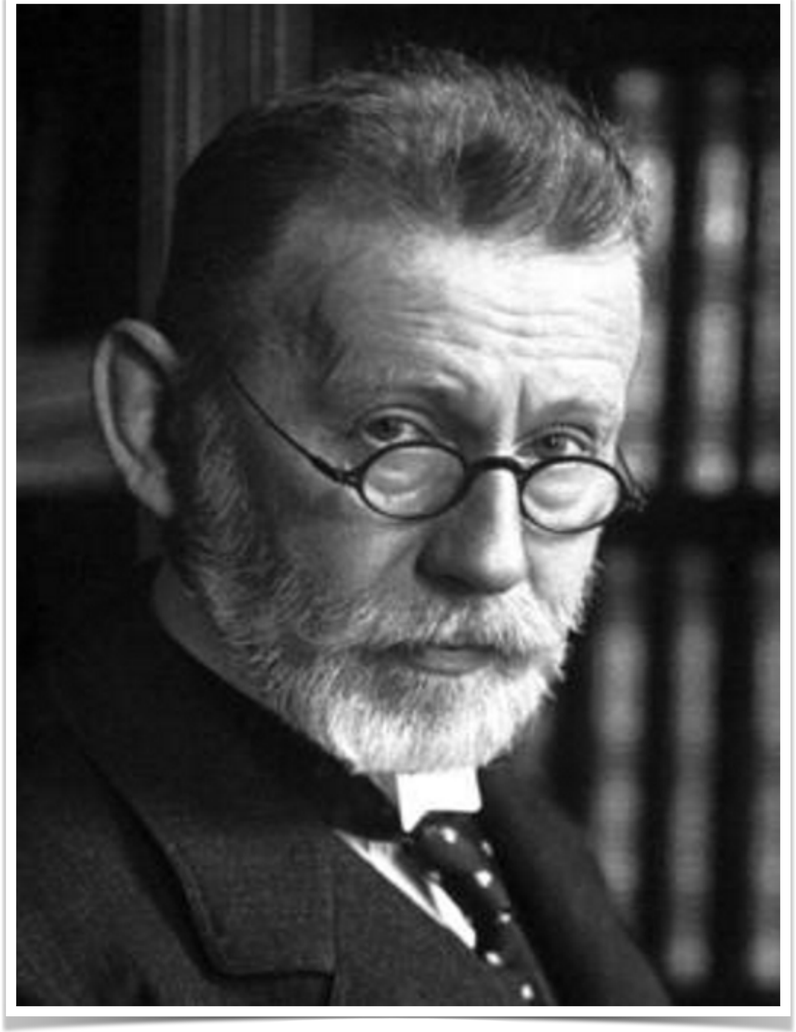
- aparatu Golgiego,
- siateczki śródplazmatycznej,
- jądra komórkowego,
- peroksysomów i glioksysomów,
- cytoszkieletu,
- wakuoli,
- lizosomów,
- mitochondriów i chloroplastów.

BARWIENIE METODĄ GRAMA

BARWIENIE METODĄ GRAMA

Hans Christian Joachim Gram - duński lekarz i botanik, który w 1884 r. opracował metodę barwienia komórek bakterii **w celu rozpoznania budowy ich ściany komórkowej**.

Na tej podstawie możliwe jest zróżnicowanie bakterii na **Gram-dodatnie** lub **Gram-ujemne**. Obecnie metoda Grama jest standardową techniką wykorzystywaną w mikrobiologii.



BARWIENIE METODĄ GRAMA



1. Jedną kroplę z hodowli zawierającej żywe komórki bakteryjne przenieść na szkiełko podstawowe i wykonać cienki rozmaz. Pozostawić do całkowitego wyschnięcia.
2. Przygotowany preparat utrwalić nad płomieniem palnika (w podwyższonej temperaturze),
3. Utrwalony preparat potraktować następującymi odczynnikami (należy zachować odpowiednią kolejność):

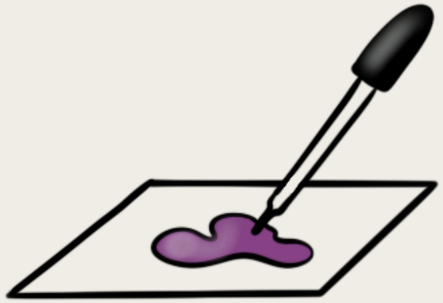
- **fiolet krystaliczny** (wybarwiają się zarówno bakterie Gram-dodatnie jak i Gram- ujemne, lecz jedynie w grubej warstwie mureiny bakterii Gram-dodatnich zostaje on trwale związany)
- **płyn Lugola** (utrwalenie preparatu)
- **alkohol** lub **aceton** (usuwanie niezwiązanego barwnika; cienka warstwa mureiny bakterii Gram-ujemnych jest osłonięta dodatkowo błoną zewnętrzną, dlatego też nie pochłania trwale fioletu krystalicznego i stają się one bezbarwne).
- **safranina** (barwnik ten jest wiązany bakterie Gram+ jak i Gram-, natomiast **uwidacznia się tylko w bakteriach Gram-, ponieważ różowa barwa safraniny jest mniej intensywna od barwy fioletu krystalicznego**).

BARWIENIE METODĄ GRAMA

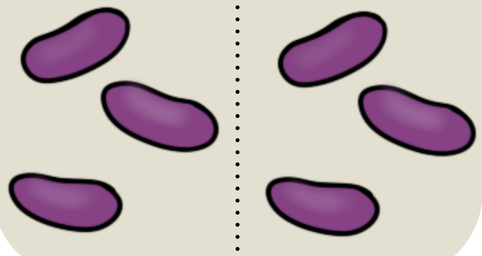


1.

fiolet krystaliczny

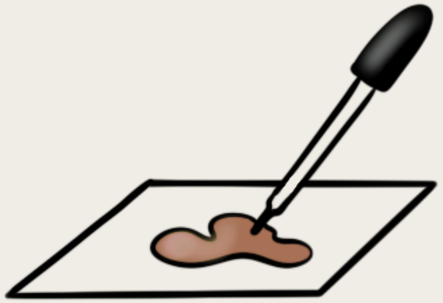


Gram+ Gram-

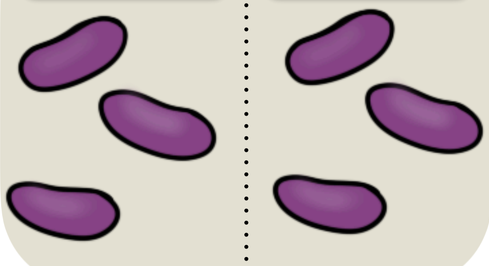


2.

płyn Lugola

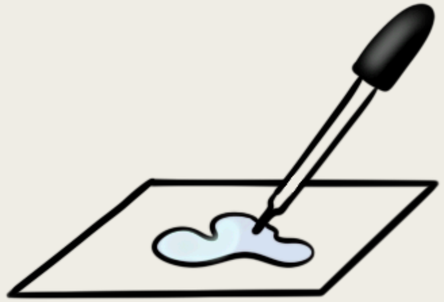


Gram+ Gram-

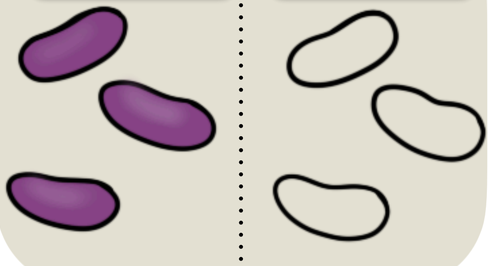


3.

alkohol

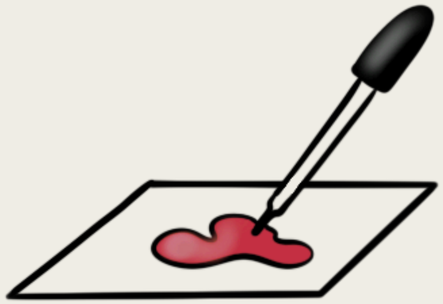


Gram+ Gram-

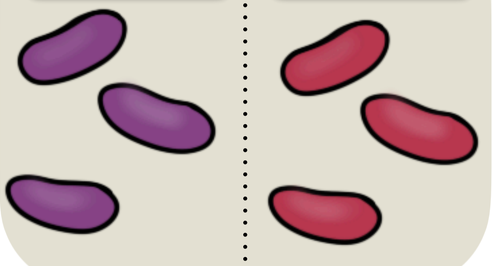


4.

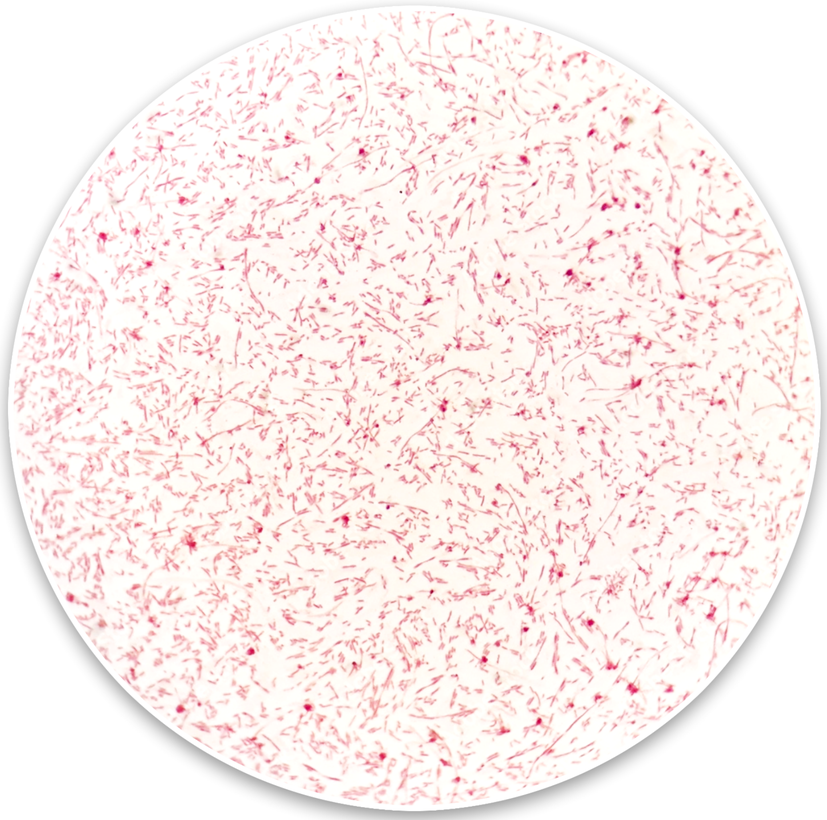
safranina

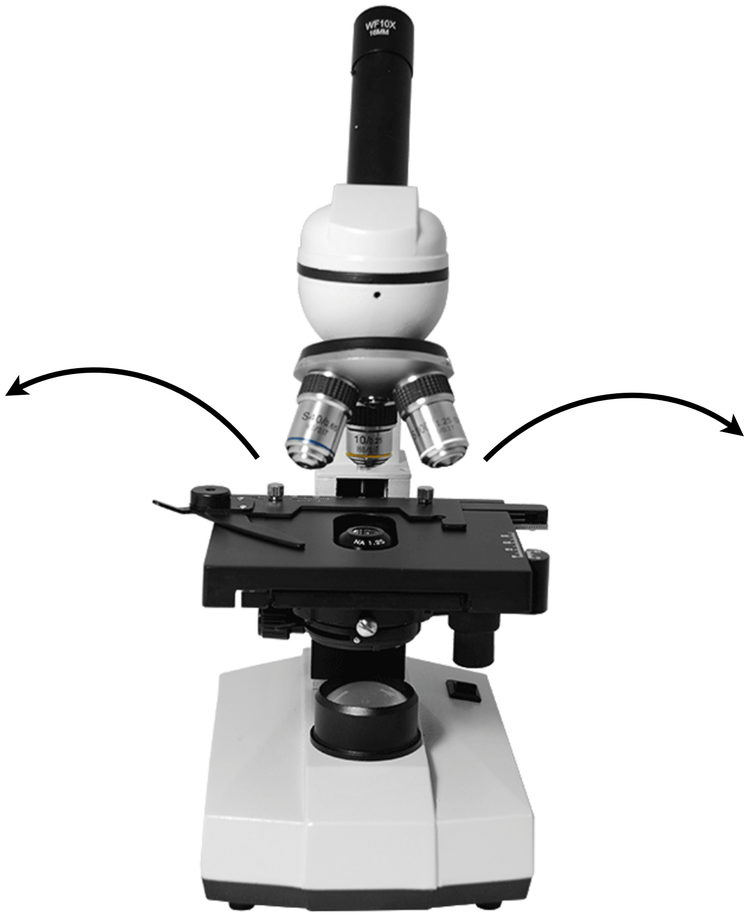


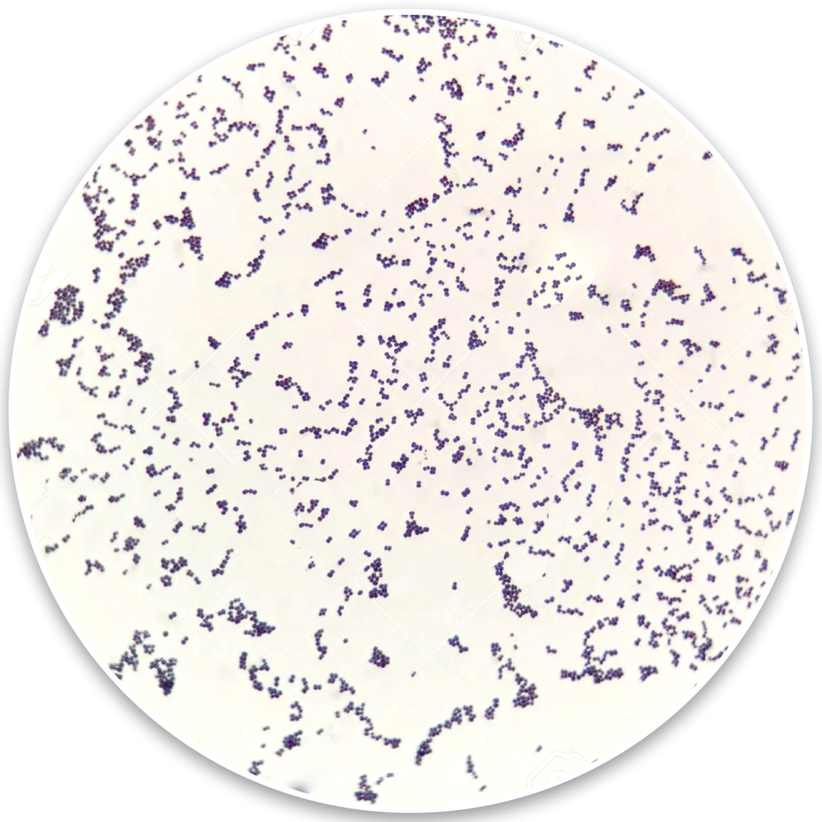
Gram+ Gram-



BARWIENIE METODĄ GRAMA







bakterie Gram-ujemne

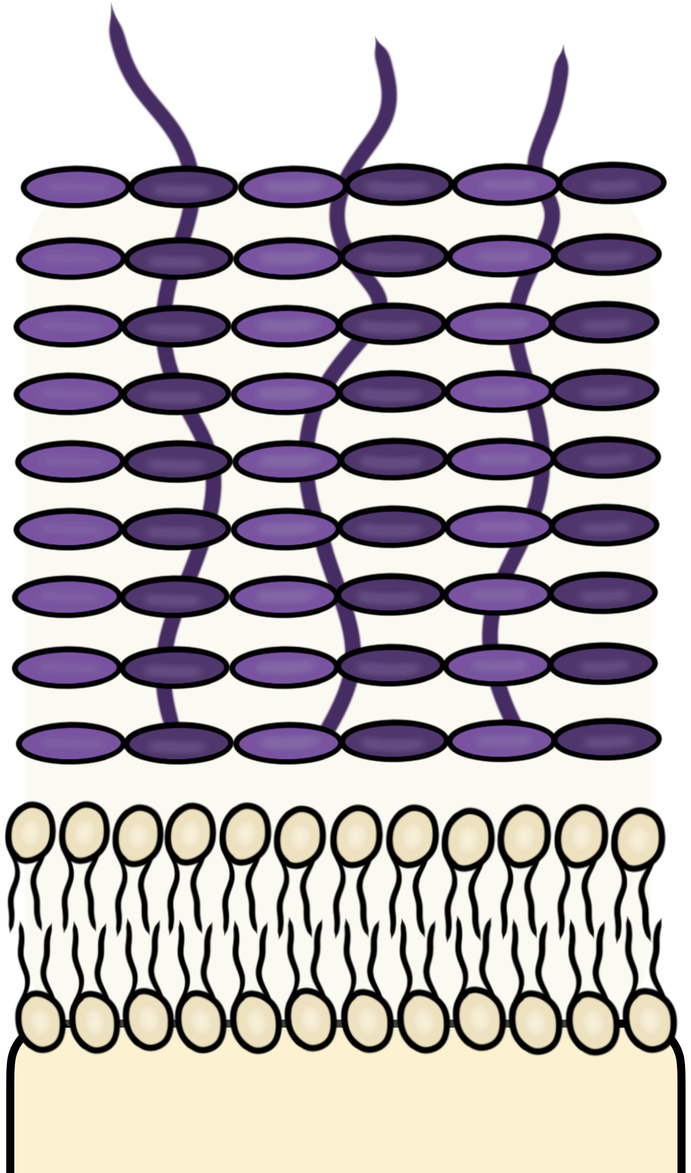
bakterie Gram-dodatnie

BAKTERIE GRAM-DODATNIE

kwasy tejchojowe

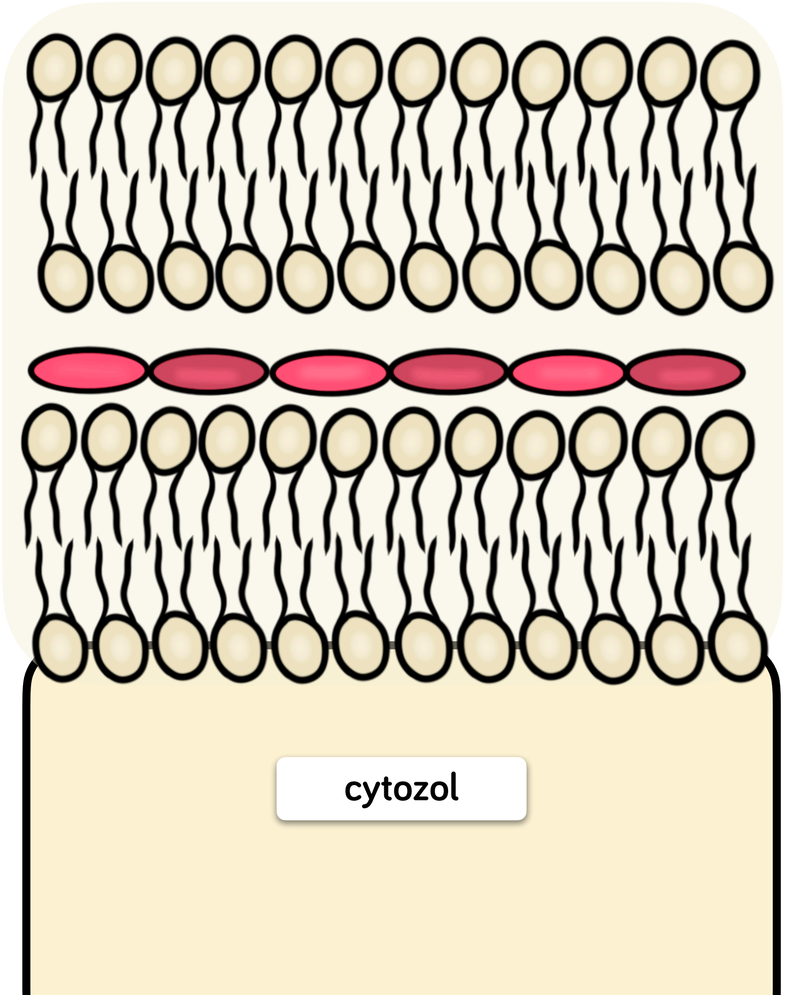
peptydoglikan

błona komórkowa



- barwią się na **fioletowo**
- ściana komórkowa jest **grubsza**, zbudowana **z wielu warstw peptydoglikanu** (mureiny) oraz **kwasów tejchojowych**
- **brak zewnętrznej błony**

BAKTERIE GRAM-UJEMNE



- barwią się na **różowo / czerwono**,
- ściana komórkowa jest **cieńsza** i zawiera **mniej warstw peptydoglikanu** (mureiny) i **nie zawiera kwasów tejchojowych**,
- zawierają **dodatkową błonę zewnętrzną**, co czyni je trudniejsze do zwalczenia, np. przez lizozym.

ZNACZENIE METODY BARWIENIA GRAMA



Barwienie Grama wykonuje się aby stwierdzić czy w materiale pobranym od pacjenta, z miejsca podejrzanego o zakażenie, **występują chorobotwórcze bakterie**.

Barwienie Grama w stosunkowo krótkim czasie pozwala przewidzieć rodzaj bakterii, które wywołały zakażenie i **szybciej wdrożyć odpowiedni antybiotyk, co zwiększa szansę na skuteczne wyleczenie**.

Barwienie metodą Grama **nie uwidacznia wirusów**, ponieważ nie mają one ściany komórkowej, z którą wiążą się barwniki.

ODŻYWIANIE SIĘ BAKTERII

BAKTERIE SAMOŻYWNE



Bakterie **autotroficzne** mają zdolność do pobierania dwutlenku węgla na drodze:

FOTOSYNTEZY

CHEMOSYNTEZY

Nie muszą pobierać związków organicznych z otoczenia, ponieważ **same mogą wytworzyć sobie pokarm**.

FOTOAUTOTROFY



Bakterie fotoautotroficzne wytwarzają związki organiczne na drodze **fotosyntezy** przy udziale energii świetlnej.

Wyróżnia się bakterie przeprowadzające fotosyntezę z uwolnieniem tlenu i bez jego uwalniania.

FOTOSYNTEZA OKSYGENICZNA

↓

jest przeprowadzana przez sinice, w jej wyniku dochodzi do uwolnienia **tlenu**

FOTOSYNTEZA ANOKSYGENICZNA

↓

jest przeprowadzana przez bakterie zielone, w jej wyniku **nie dochodzi do uwolnienia tlenu**, bo w substratach zamiast H_2O jest H_2S

FOTOAUTOTROFY



FOTOSYNTEZA OKSYGENICZNA

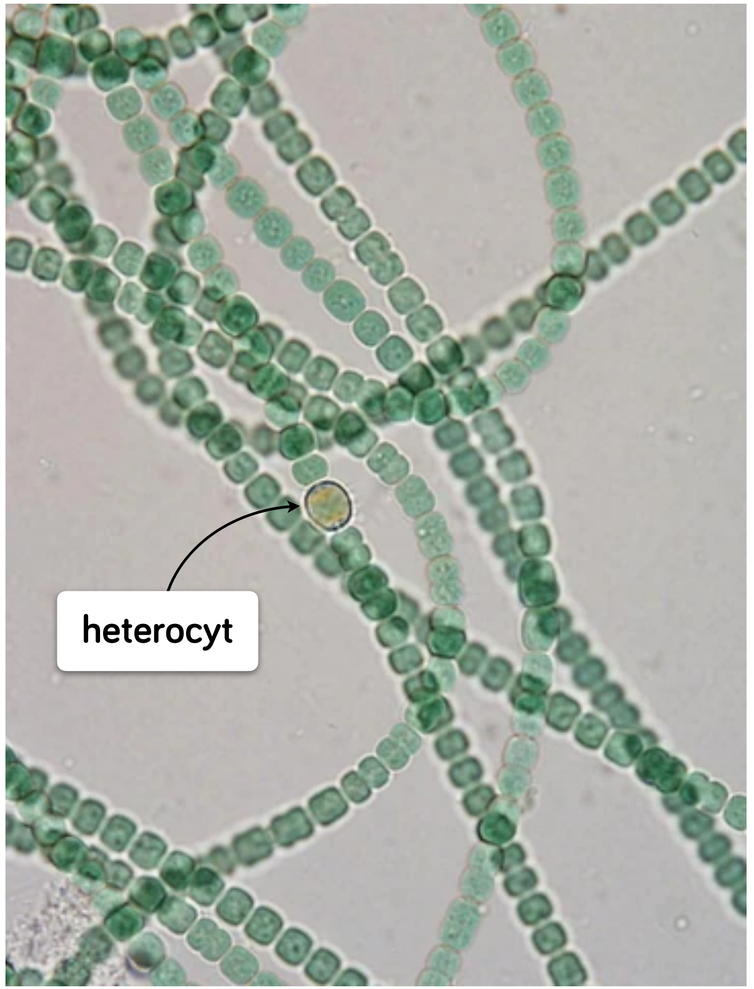
$$6\,CO_2 + 6\,H_2O \xrightarrow{\text{światło}} C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2$$

FOTOSYNTEZA ANOKSYGENICZNA

$$6\,CO_2 + 12\,H_2S \xrightarrow{\text{światło}} C_6H_{12}O_6 + 6\,H_2O + 12\,S$$

NAJDOSKONALSZE FOTOAUTOTROFY

Sinice nazywane są **najdoskonalszymi foto-autotrofami**. Oprócz przeprowadzania procesu **fotosyntezy** mają zdolność do **asymilacji azotu** atmosferycznego. Wiązanie azotu odbywa się w specjalnych komórkach – **heterocytach**, które **mają grubą ścianę komórkową i nie są niezdolne do fotosyntezy**.



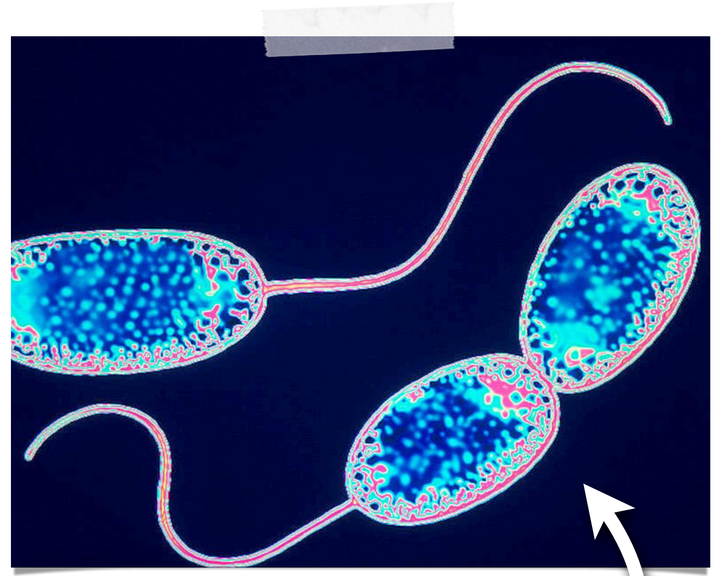
NAJDOSKONALSZE FOTOAUTOTROFY



Heterocyty otoczone są grubą ścianą komórkową, ponieważ jest w nich obecny enzym - **nitrogenaza**, biorący udział w asymilacji N_2, który nie toleruje tlenu. **Z tego powodu w heterocytach nie występuje fotosystem II**, ponieważ bierze on udział w fotolizie wody, a temu procesowi towarzyszy uwolnienie O_2.

CHEMOAUTOTROFY

Bakterie chemoautotroficzne wytwarzają związki organiczne na drodze **chemosyntezy** przy udziale **energii chemicznej**. Energia chemiczna pochodzi z utleniania różnych związków nieorganicznych przez te bakterie. Przykładami są **bakterie nitryfikacyjne** *Nitrosomonas* i *Nitrobacter*, obecne w glebie.





ZNACZENIE BAKTERII NITRYFIKACYJNYCH DLA ROŚLIN



Bakterie **nitryfikacyjne**, takie jak *Nitrosomonas* i *Nitrobacter*, w wyniku **chemosyntezy** przekształcają gorzej przyswajalne związki azotowe w związki lepiej przyswajalne dla roślin.

NH_4^+ —*Nitrosomonas*→ NO_2^- —*Nitrobacter*→ NO_3^-

gorzej przyswajalna
forma azotu dla roślin

lepiej przyswajalna
forma azotu dla roślin

najlepiej przyswajalna
forma azotu dla roślin

CHEMOAUTOTROFY

Bakterie *Nitrobacter* **utleniają** azotany(III) do azotanów(V), w wyniku czego uzyskują **energię chemiczną** (etap I). Jest ona następnie przez te bakterie wykorzystywana do II etapu chemosyntezy, w celu **wytworzenia przez nie związków organicznych** - np. glukozy.

<u>etap I</u>:

$2\ NO_2^- + O_2 \longrightarrow 2\ NO_3^- +$ energia chemiczna

<u>etap II</u> :

$6\ CO_2 + 6\ H_2O \xrightarrow{\text{energia chemiczna}} C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$



BAKTERIE CUDZOŻYWNE - HETEROTROFY



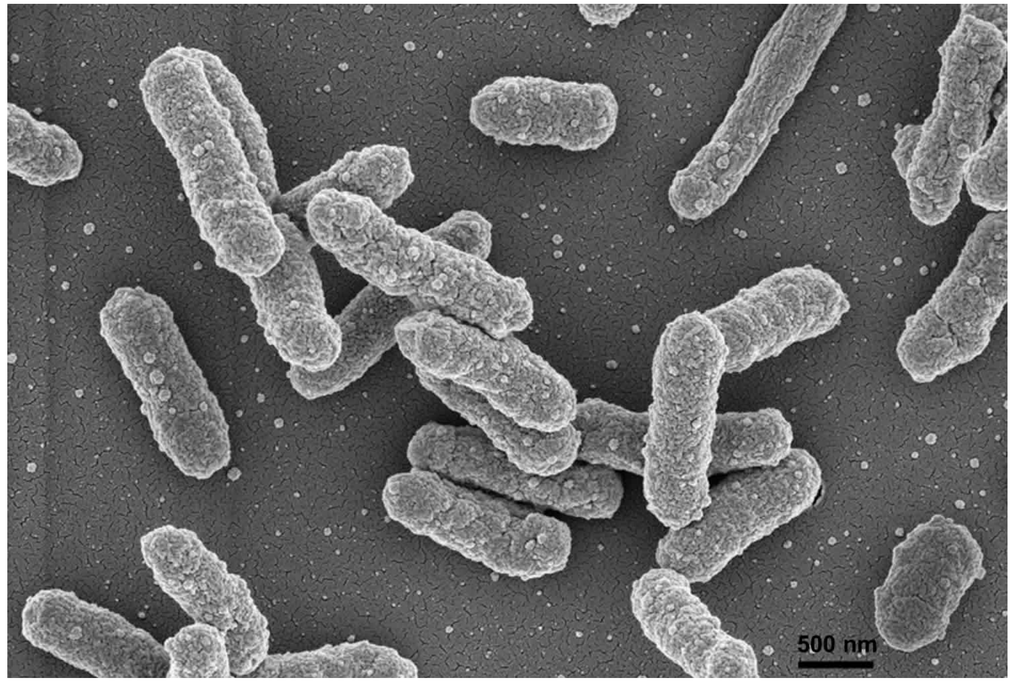
Bakterie cudzożywne (heterotroficzne) nie są w stanie same wytworzyć związków organicznych. Wydzielają więc do środowiska **enzymy hydrolityczne**, które **rozkładają złożone związki organiczne do związków prostszych**, które także są rozpuszczalne w wodzie. Produkty procesu trawienia są następnie **wchłaniane** przez komórkę. Wśród bakterii cudzożywnych wyróżnia się:

↓ ↓ ↓

PASOŻYTY | **SYMBIONTY** | **SAPROBIONTY**

PASOŻYTY

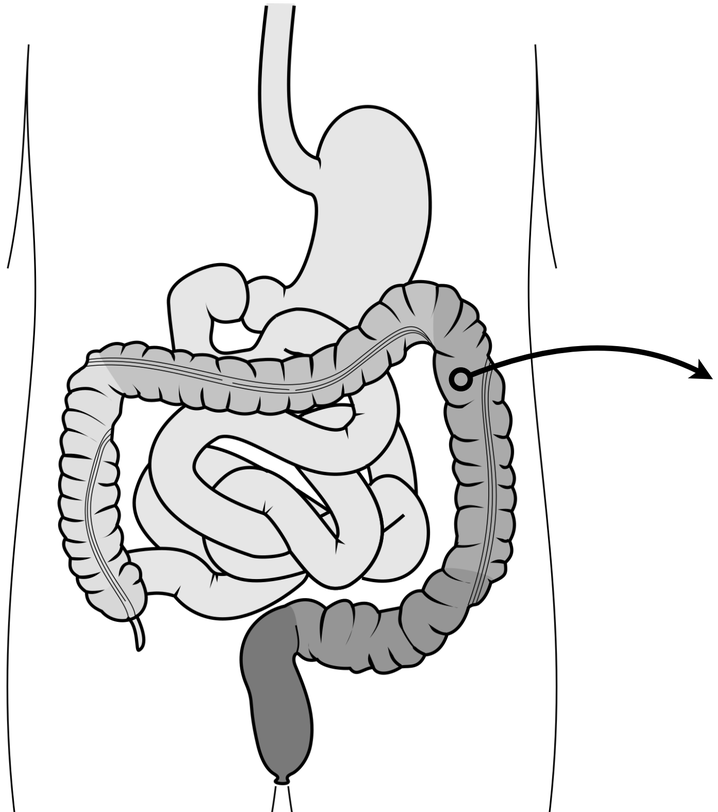
Bakterie te odżywiają się związkami organicznymi wytworzonymi przez inne organizmy. W pasożytnictwie bakterie jako pasożyty ponoszą **korzyści**, natomiast ich żywiciele zawsze ponoszą **straty**.

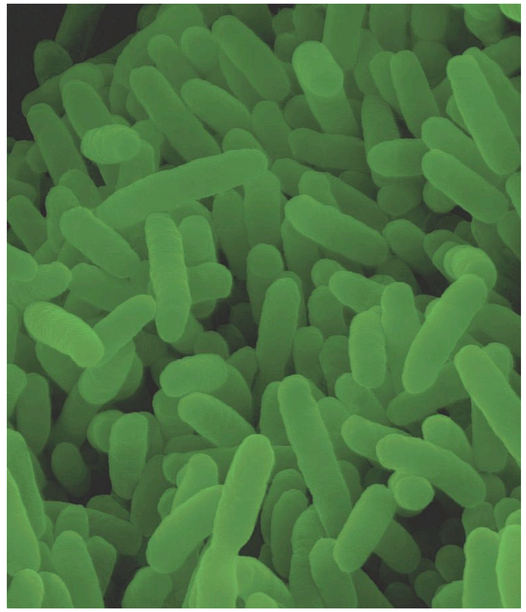


Yersinia pestis to pałeczka dżumy, która u człowieka i innych ssaków wywołuję dżumę. Należy do bakterii pasożytniczych.

SYMBIONTY

Bakterie te odżywiają się związkami organicznymi wytwarzanymi przez inne organizmy. Korzyści czerpią zarówno bakterie, jak i symbionty.





Bacteroides thetaiotaomicron to bakteria najczęściej spotykana w ludzkich jelitach. Ma ona tam miejsce do bytowania, a w zamian człowiek otrzymuje od niej niezbędne dla niego substancje, np. witaminy.

SAPROBIONTY



Bakterie te odżywiają się martwą materią organiczną, przekształcając ją do związków nieorganicznych.

ODDYCHANIE BAKTERII



Bakterie, ze względu na **tolerancję na tlen**, można podzielić na:

TLENOWCE – AEROBY

przeprowadzają **oddychanie tlenowe**, tlen jest im niezbędny, ponieważ jest ostatnim akceptorem elektronów

BEZTLENOWCE – ANAEROBY

nie wymagają obecności tlenu do oddychania; mogą go jednak tolerować (beztlenowce **względne**) lub jest on dla nich zabójczy (beztlenowce **bezwzględne**).

UTYSKIWANIE ENERGII PRZEZ AEROBY

U bakterii **tlenowych** oddychanie tlenowe zachodzi w:

- cytozolu (glikoliza, reakcja pomostowa i cykl Krebsa)
- wewnątrzkomórkowych wpukleniach błony komórkowej (łańcuch oddechowy)



wewnątrzkomórkowe wpuklenia błony komórkowej

UTYSKIWANIE ENERGII PRZEZ ANAEROBY



FERMENTACJA

Fermentacja: akceptorem elektronów jest **związek organiczny**. Daje mniejsze zyski energetyczne niż oddychanie tlenowe. Proces ten odbywa się tylko w **cytozolu**. Nazwa fermentacji zależy od produktu końcowego, np.:

- **mlekowa**: produktem jest kwas mlekowy (fermentacja mlekowa bakterii *Lactobacillus* powoduje zsiadanie mleka)
- **masłowa**: produktem jest kwas masłowy (fermentacja masłowa bakterii *Clostridium*)
- **alkoholowa**: produktem jest etanol (fermentacja alkoholowa bakterii *Sarcina*)

ODDYCHANIE BEZTLENOWE

Oddychanie beztlenowe bakterii beztlenowych jest podobne do oddychania tlenowego, z tym że elektrony pochodzące z utleniania zredukowanych przenośników elektronów są odbierane przez **akceptor inny niż tlen**.

Ten rodzaj oddychania zachodzi u bakterii **denitry-fikacyjnych,** u których ostatecznym akceptorem elektronów jest **azotan(V)**, który następnie ulega **redukcji** do N_2.

ROZMNAŻANIE BAKTERII

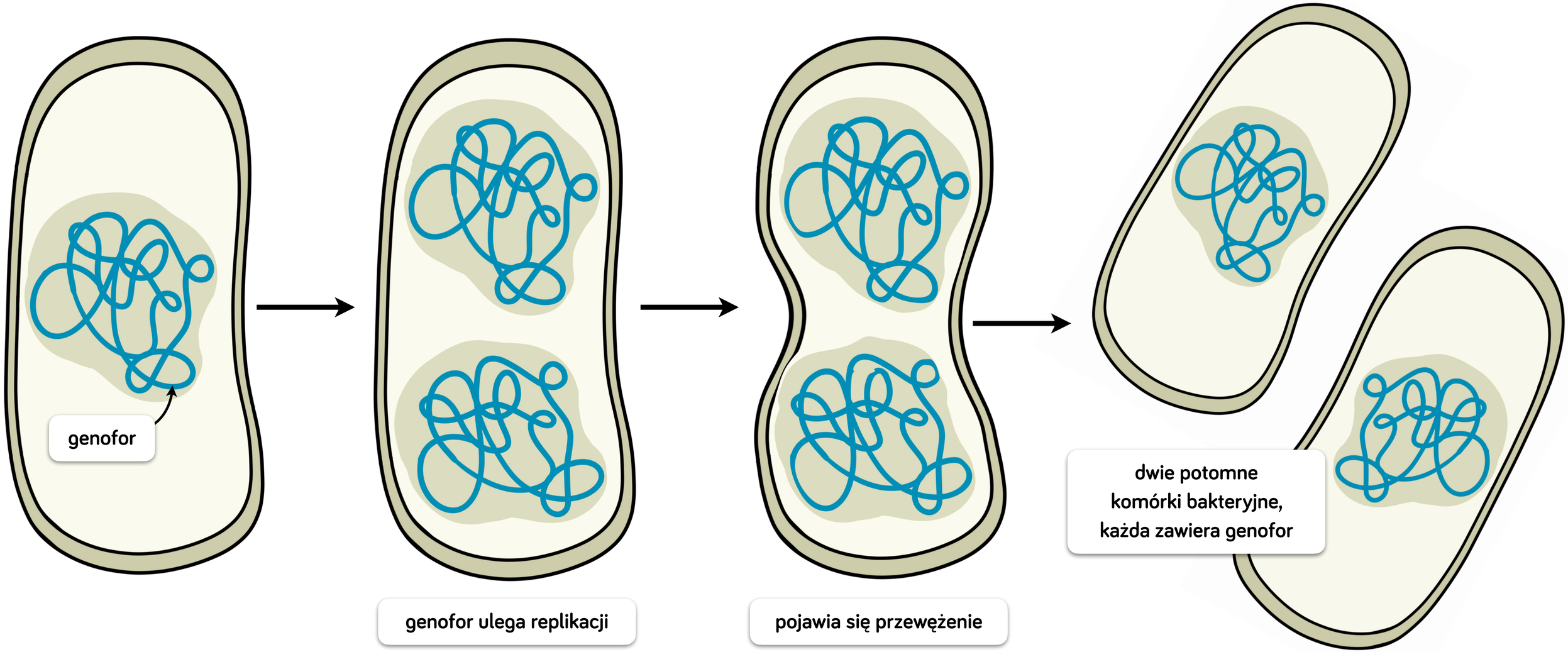


Bakterie rozmnażają się **wyłącznie bezpłciowo** najczęściej przez **prosty podział komórki** (rzadziej przez pączkowanie lub fragmentację nitek kolonii). **Rozmnażanie płciowe u bakterii nie zachodzi.**

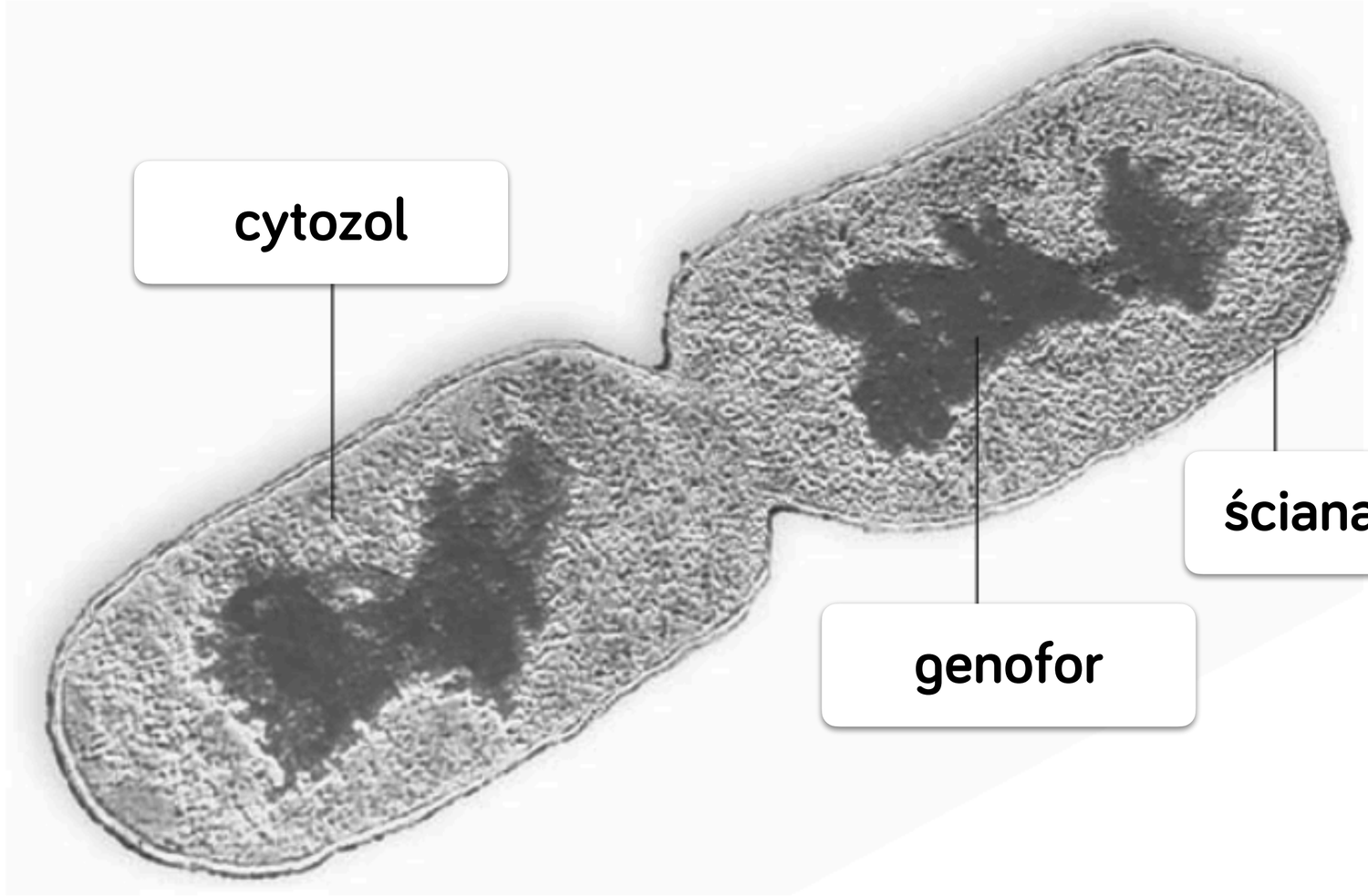
W optymalnych warunkach komórki bakteryjne dzielą się co 20-30 minut. W praktyce jednak tempo rozmnażania bakterii jest ograniczone przez:

- **kumulację toksycznych produktów przemiany materii**,
- **wyczerpanie zasobów pokarmowych**.

PODZIAŁ PROSTY KOMÓRKI PROKARIOTYCZNEJ



PODZIAŁ PROSTY KOMÓRKI PROKARIOTYCZNEJ



! POD KLUCZ !



Dlaczego błędne jest sformułowanie:

„komórki bakterii ulegają podziałom mitotycznym”?

Podczas mitozy dochodzi m. in. do kariokinezy - czyli podziału jądra komórkowego. Bakterie go nie posiadają, więc nie mogą przechodzić podziałów mitotycznych.

Poprawne sformułowanie brzmi:

„komórki bakterii ulegają prostym podziałom”.

PROCESY PŁCIOWE U BAKTERII

PROCESY PŁCIOWE U BAKTERII



Bakterie **nie rozmnażają się płciowo**, ale **zachodzą wśród nich procesy płciowe**. Ma to ważne znaczenie, ponieważ skutkiem tych procesów jest **rekombinacja materiału genetycznego** u bakterii, która może prowadzić do nabycia przez nie korzystnych cech, zwiększających szansę na przetrwanie, np. oporności na dany antybiotyk.

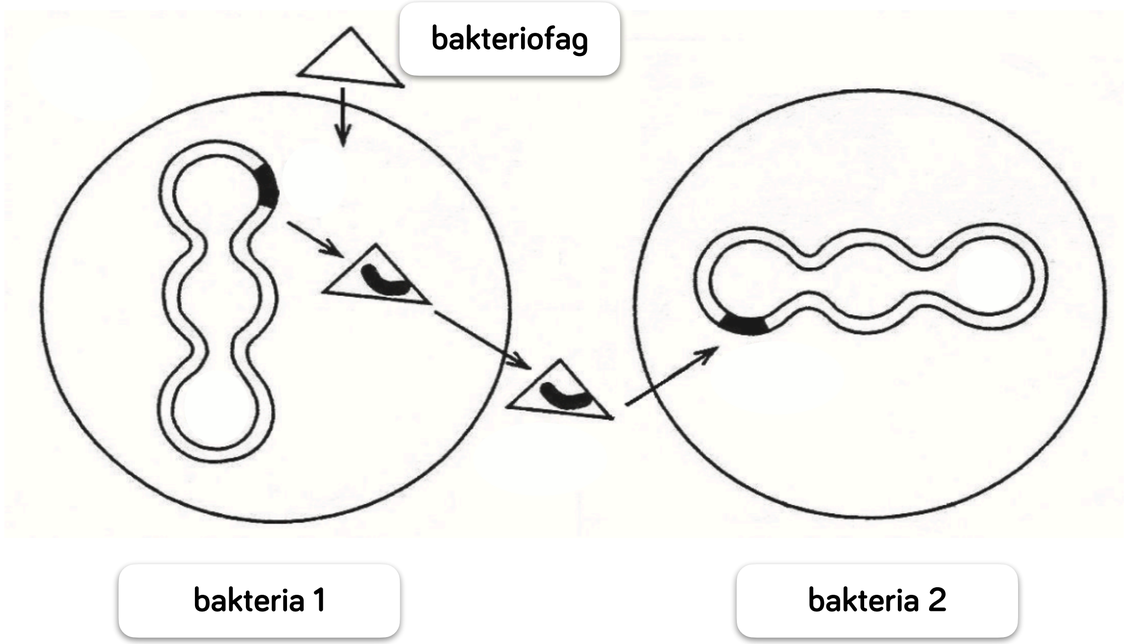
Do procesów płciowych u bakterii zalicza się:

↓ ↓ ↓

KONIUGACJĘ **TRANSDUKCJĘ** **TRANSFORMACJĘ**

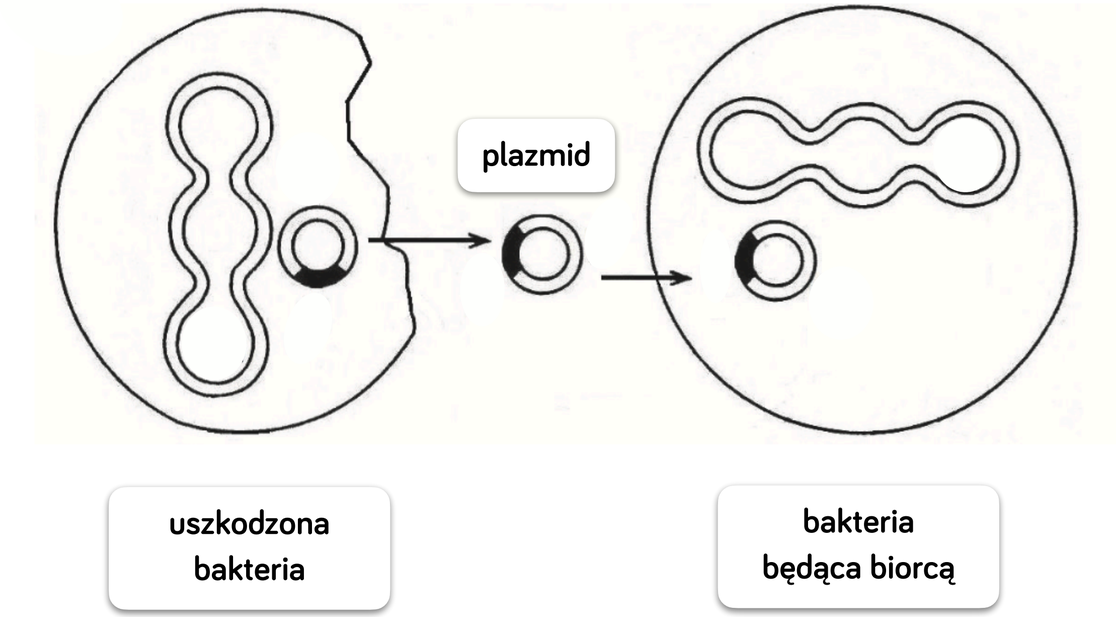
TRANSDUKCJA

Transdukcja polega na przekazywanie informacji genetycznej za pomocą **bakteriofagów** (wirusów). Fag transdukujący przyłącza fragment DNA gospodarza (jednej komórki bakteryjnej) do własnego DNA i podczas infekcji przenosi go do komórki biorcy (drugiej komórki bakteryjnej).



TRANSFORMACJA

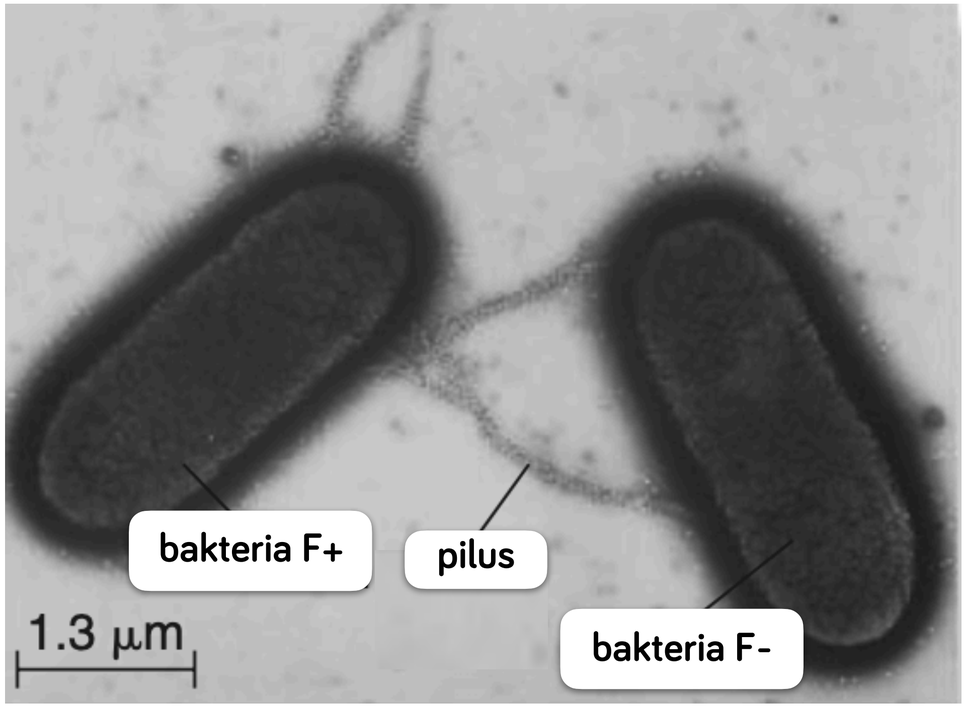
Transformacja polega na pobieraniu przez komórki bakterii odcinków DNA uwalnianych do środowiska podczas rozpadu innej komórki bakterii.



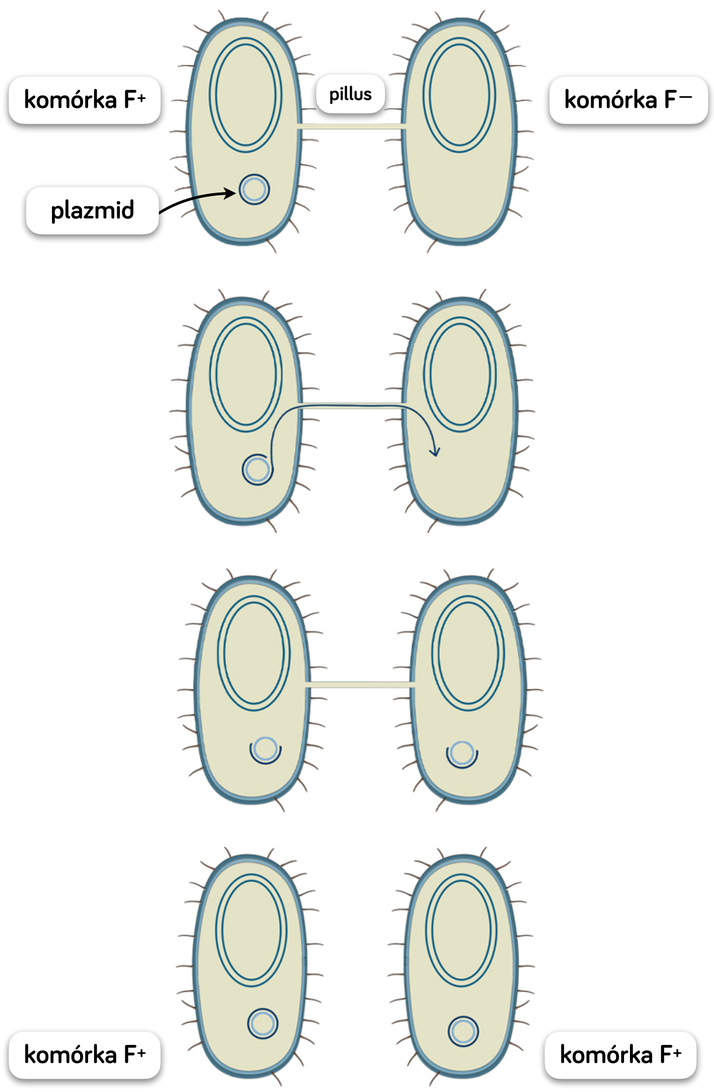
KONIUGACJA

Koniugacja polega na czasowym połączeniu się zróżnicowanych płciowo bakterii za pomocą długich białkowych włókien nazywanych **pilusami** i przekazanie między nimi fragmentu DNA (**plazmidu**).

W tym procesie komórka dawcy nie traci swoich właściwości, natomiast komórka biorcy zyskuje nowe.



KONIUGACJA



1. Szczep bakterii zawierający **plazmid** kodujący białko odpowiedzialne za wytwarzanie struktur komórkowych – **pilusów**, posiada typ płciowy **F+** (szczep F^- nie posiada takiego plazmidu). W trakcie spotkania bakterii o odmiennych typach płciowych, pilus bakterii typu F^+ przenika przez ścianę komórkową bakterii F^-.

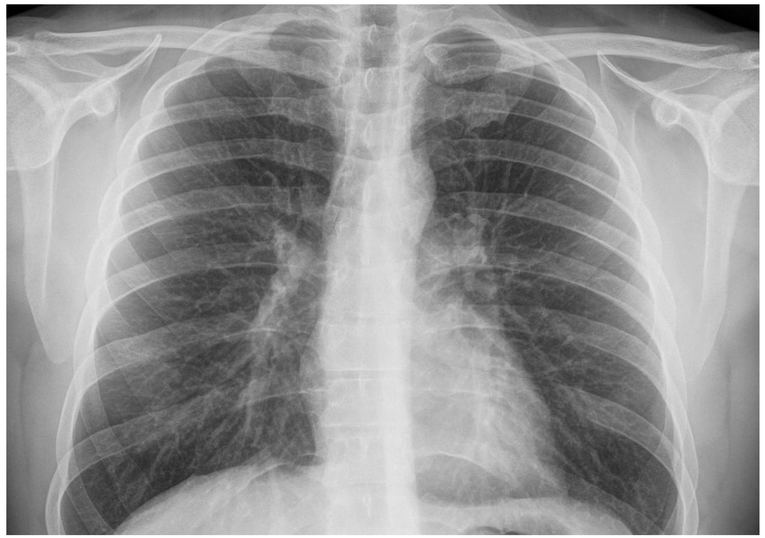
2. W komórce dawcy F^+ następuje **rozplatanie** podwójnej helisy DNA plazmidu i **transport jednej z nici** do komórek biorcy F^-.

3. Następnie w obu komórkach dochodzi do **syntezy brakującej nici DNA**, zgodnie z **zasadą komplementarności**.

4. Po zakończeniu procesu koniugacji komórki bakteryjne rozłączają się. Teraz nie tylko komórka dawcy, ale i komórka biorcy także zawiera **plazmid**.

CHOROBY BAKTERYJNE

GRUŹLICA





- wywołana przez prątka gruźlicy
- przenosi się drogą **kropelkową** i **pokarmową**
- profilaktyka: **szczepienia ochronne**

BORELIOZA



- wywołana przez krętki *Borrelia*
- przenosi się podczas ugryzienia przez **zakażonego** kleszcza
- profilaktyka: odzież ochronna, preparaty odstraszające kleszcze, **nie istnieje szczepionka**

TĘŻEC



- wywołany przez laseczki tężca
- zakażenie w wyniku **rany zabrudzonej ziemią** (szczególnie rany głębokie, szarpane, postrzałowe), w której **obecne są laseczki tężca**
- profilaktyka: dezynfekcja rany, **szczepienia** ochronne, **surowica** przeciwtężcowa

LECZENIE CHORÓB BAKTERYJNYCH



Antybiotyki są to związki chemiczne produkowane w warunkach naturalnych przez niektóre organizmy (grzyby pleśniowe, bakterie promieniowce) jako ich metabolity wtórne i mające zdolność **zabijania** lub **hamowania wzrostu bakterii**.

Jest to przykład **ujemnej allelopatii** grzybów lub promieniowców produkujących antybiotyki wobec bakterii. Ten rodzaj allelopatii polega na produkowaniu przez jedne organizmy związków chemicznych, które **ograniczają wzrost i rozwój innych organizmów**. Oddziaływanie to wynika z **konkurencji** o te same zasoby środowiska między grzybami a bakteriami.

Obecnie większość antybiotyków syntetyzowanych jest sztucznie w laboratoriach.

MECHANIZMY DZIAŁANIA ANTYBIOTYKÓW



ANTYBIOTYKI BAKTERIOSTATYCZNE

Antybiotyki bakteriostatyczne **hamują podziały** komórek bakteryjnych, nie zabijając ich.

Antybiotyki mogą:

- **łączyć się z rybosomami bakteryjnymi hamując syntezę białek bakteryjnych,**
- **hamować replikację DNA bakteryjnego zapobiegając w ten sposób rozmnażaniu się bakterii.**

ANTYBIOTYKI BAKTERIOBÓJCZE

Antybiotyki bakteriobójcze **powodują śmierć** komórek bakteryjnych.

Antybiotyki te mogą:

- **hamować wytwarzanie mureiny,**
- **uszkadzać błony komórkowe bakterii doprowadzając do śmierci komórek bakteryjnych.**

DLACZEGO ANTYBIOTYKI NALEŻY STOSOWAĆ Z ROZWAGĄ?



Antybiotyki są szkodliwe nie tylko dla chorobotwórczych bakterii, ale też dla tych, które tworzą **mikroflorę** w organizmie człowieka. Podczas długotrwałego przyjmowania antybiotyków dochodzi do **wyjałowienia przewodu pokarmowego** z symbiotycznych bakterii, co skutkować może poważnymi konsekwencjami w postaci:

- **niedoboru witamin B i K** produkowanych przez te bakterie
- zasiedlenia przewodu pokarmowego przez groźne bakterie chorobotwórcze (**brak konkurencji ze strony bakterii symbiotycznych jelita grubego**), co może być przyczyną **biegunek** poantybiotykowych
- **grzybiczego zapalenia jamy ustnej** (pleśniawki) czy **grzybicy pochwy** na skutek zachwiania równowagi między symbiotycznymi bakteriami i grzybami jamy ustnej, na korzyść grzybów.

DLACZEGO ANTYBIOTYKI NALEŻY STOSOWAĆ Z ROZWAGĄ?



Częste stosowanie antybiotyków bez wskazań, np. w leczeniu infekcji wirusowych, stosowanie antybiotyków za krótko lub za długo, stosowanie antybiotyków w złych dawkach, stosowanie antybiotyków w paszach zwierzęcych i przemyśle spożywczym powodujące przenikanie dużych ilości antybiotyków do środowiska skutkuje **narastającą opornością bakterii na antybiotyki**.

W jaki sposób bakterie nabywają oporność na antybiotyki?

- poprzez procesy płciowe (transformacja, transdukcja, koniugacja)
- mutacje spontaniczne w DNA bakterii

! POD KLUCZ !



Dlaczego błędne jest sformułowanie:

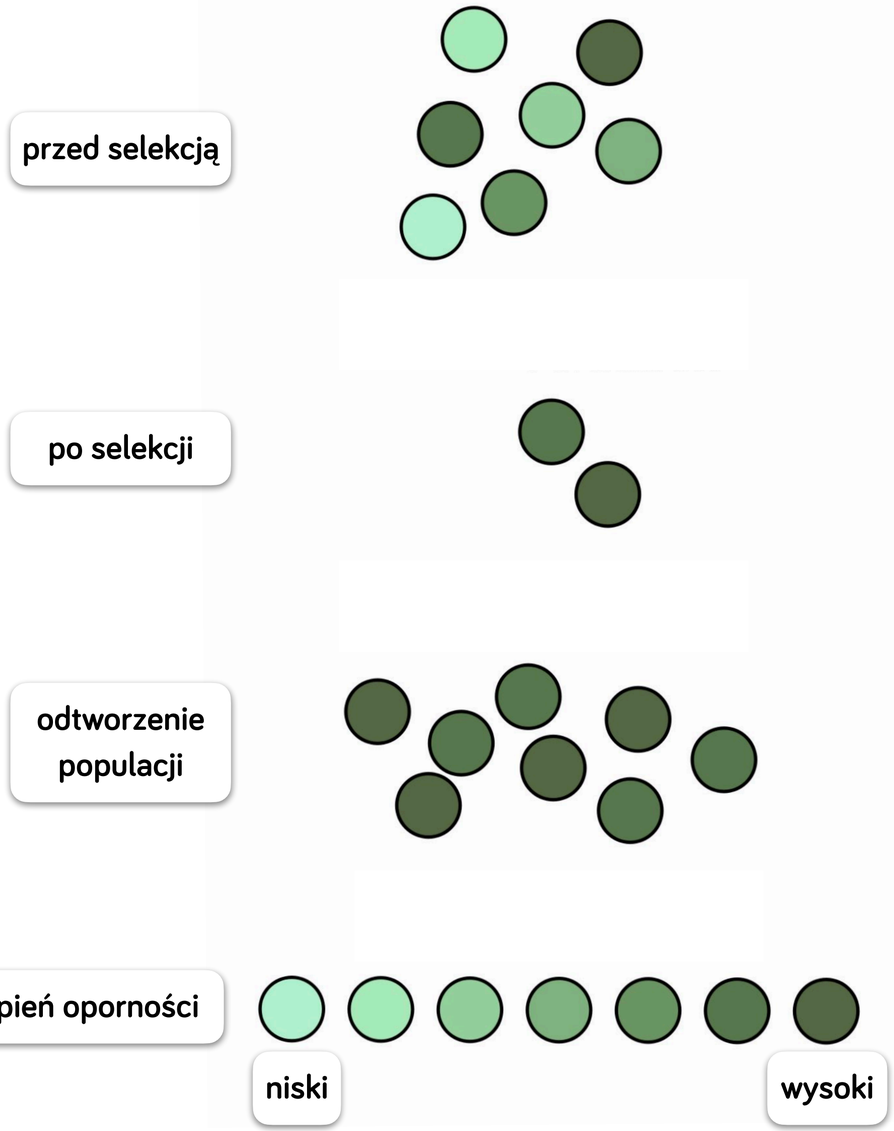
„komórki bakterii stają się odporne na dany antybiotyk”?

Bakterie są organizmami jednokomórkowymi, które nie posiadają układu odpornościowego, więc nie mogą być na coś „odporne”.

Poprawne sformułowanie brzmi:

„bakterie stają się oporne na dany antybiotyk”.

NABYWANIE OPORNOŚCI PRZEZ POPULACJĘ BAKTERII



Schemat obok pokazuje mechanizm selekcji bakterii.

Przed wprowadzeniem antybiotyku obecne już były bakterie na niego oporne, ale były one w zdecydowanej mniejszości.

Po zastosowaniu antybiotyku **przeżyły** wyłącznie owe drobnoustroje oporne, pozostałe **zginęły**. W kolejnych pokoleniach bakterie będą już niewrażliwe na dany antybiotyk.

ANTYBIOGRAM

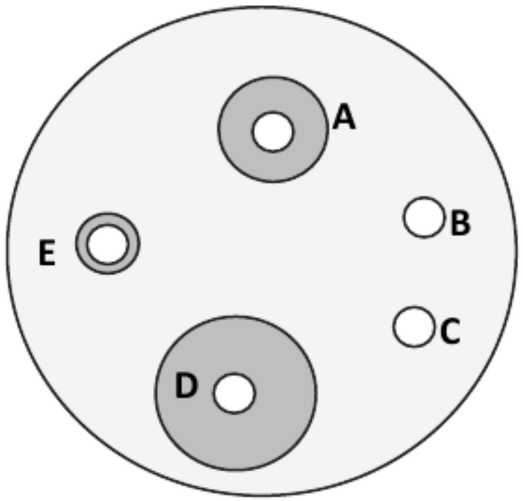


Antybiogram służy określeniu wrażliwości bakterii na dany antybiotyk. Antybiogramy pomagają decydować, które antybiotyki najlepiej zastosować w leczeniu infekcji bakteryjnych.

Dzięki doborze odpowiedniego antybiotyku **zwiększamy szansę na szybsze zwalczenie infekcji bakteryjnej** i wyzdrowienie pacjenta.

ANTYBIOGRAM

Na szalce wykonuje się rozmaz i umieszcza krążki bibuły nasączone **różnymi antybiotykami** w **jednakowych** dawkach. Szalki umieszcza się w inkubatorze na ok. 48 godzin. Zaciemnione pola wokół białych krążków z antybiotykami wskazują **zahamowanie wzrostu bakterii**. Im większa średnica zacienienia, tym bardziej wrażliwa jest bakteria na dany antybiotyk.



1. **Na który antybiotyk (A-E) bakteria wysiana na szalce nie jest w ogóle wrażliwa?**

2. **Który antybiotyk (A-E) najlepiej wybrać, aby skutecznie zwalczyć infekcję wywołaną przez bakterie wysiane na szalce?**

? WYJAŚNIJ DLACZEGO ... ?



Wyjaśnij dlaczego antybiotyków nie stosuje się w leczeniu infekcji wirusowych.

.....

.....

.....

? WYJAŚNIJ DLACZEGO ... ?

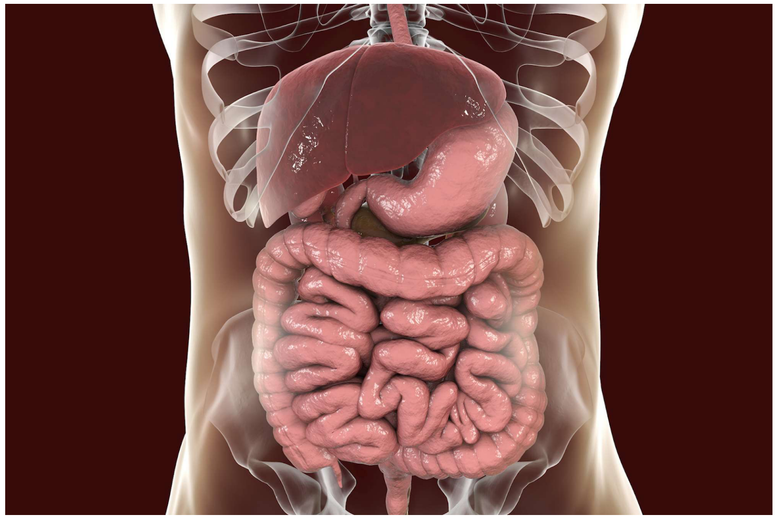


Wyjaśnij dlaczego antybiotyków nie stosuje się w leczeniu infekcji wirusowych.

Wirusy nie mają budowy komórkowej i własnego metabolizmu, więc stosowanie antybiotyków, które wpływają na metabolizm komórkowy jest dla wirusów obojętne i nie prowadzi do ich zniszczenia i pokonania infekcji, które wywołują.

ZNACZENIE BAKTERII

ZNACZENIE BAKTERII DLA CZŁOWIEKA



Bakterie zasiedlające nasz przewód pokarmowy wytwarzają **witaminy z grupy B** i **witaminę K**. Chronią przed rozwojem chorób bakteryjnych na zasadzie **konkurencji** z bakteriami chorobotwórczymi dostającymi się do naszego organizmu. Zapewniają **odpowiednie pH** w danym miejscu (np. w pochwie) co zapobiega przed rozwojem grzybic w tym rejonie.

Bakterie przeprowadzające **fermentację mlekową** są wykorzystywane w **przemyśle spożywczym** do produkcji jogurtów, serów, kefirów.



ZNACZENIE BAKTERII DLA CZŁOWIEKA



W biotechnologii bakterie wykorzystywane są do **produkcji szczepionek** lub do **produkcji hormonów**, np. insuliny.

Bakterie mogą mieć też negatywne znaczenie, bo **wywołują choroby ludzi**, **zwierząt**, a także **roślin**, niszcząc nasze uprawy.



ZNACZENIE BAKTERII W PRZYRODZIE - BAKTERIE AZOTOWE

Bakterie azotowe z rodzaju **Rhizobium** żyją w symbiozie z gatunkami **roślin motylkowatych** (**bobowatych**), takich jak soja, fasola, łubin. Obecność bakterii w korzeniach tych roślin powoduje powstawanie charakterystycznych brodawek, stąd czasem te bakterie nazywane są **brodawkowymi**.



brodawki korzeniowe

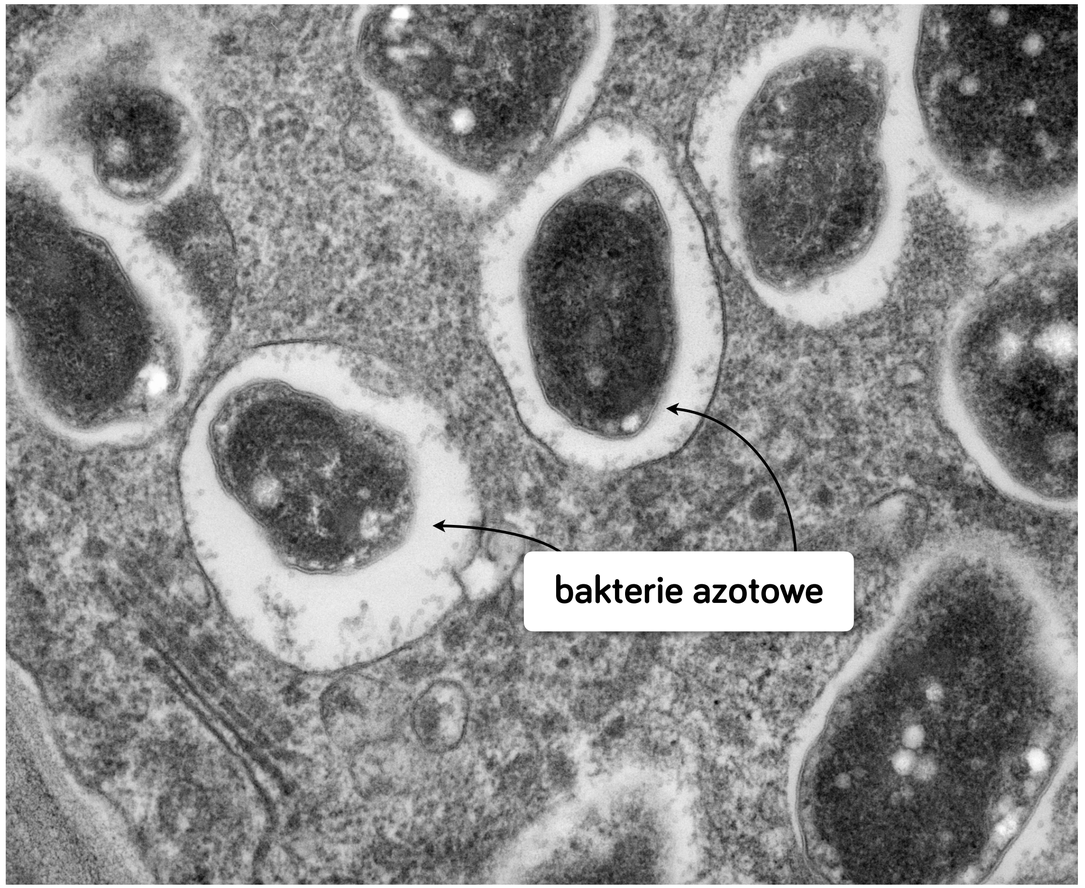


groch - roślina motylkowata

ZNACZENIE BAKTERII W PRZYRODZIE – BAKTERIE AZOTOWE

Rośliny motylkowate są więc zdolne do wzrostu na glebie **ubogiej w azot**, ponieważ jest on im dostarczany dzięki symbiozie z bakteriami azotowymi.

Związki azotowe są przez te rośliny wykorzystywane do **syntezy białek**, więc rośliny motylkowate cechują się wysoką zawartością tych związków. Mogą z tego powodu być wykorzystywane do produkcji naturalnych nawozów bogatych w azot.



przekrój przez brodawkę korzeniową soi

ZNACZENIE BAKTERII W PRZYRODZIE – BAKTERIE AZOTOWE



Bakterie Rhizobium **asymilują** (wiążą) **azot atmosferyczny** (N_2) z powietrza i redukują go do **jonów amonowych** (NH_4^+). W ten sposób przekształcają **nieprzyswajalne formy azotu w związki lepiej przyswajalne**. Rośliny natomiast zaopatrują bakterie w **związki organiczne** wytworzone na drodze fotosyntezy. Taka obopólnie korzystna zależność to **mutualizm**.

$$N_2 \xrightarrow{Rhizobium} NH_4^+$$

nieprzyswajalna
forma azotu dla roślin

przyswajalna
forma azotu dla roślin

UDZIAŁ BAKTERII W OBIEGU AZOTU

A. **bakterie azotowe/ Rhizobium**; asymilują N_2 i przekształcają go w jony amonowe przyswajalne dla roślin;

B. **bakterie amonifikacyjne** - rozkłada martwą materię organiczną do jonów amonowych;

C. **bakterie nitryfikacyjne**, np. **Nitrosomonas i Nitrobacter**; utleniają jony amonowe do jonów azotanowych, które są lepiej przyswajalne dla roślin od NH_4^+;

D. **bakterie denitryfikacyjne**, redukują azotany do azotu atmosferycznego, powodują zubożenie gleby o związki azotowe.

