# Mikrobiologia

## Jakub J. Guzek

## 26 października 2019

Prowadzący: prof. dr hab. Stanisław Błażejak

### Literatura

- 1. Mikrobiologia ogólna, H. C. Schlöger
- 2. Bakterie w biologii, biotechnologii i medycynie
- 3. Chemia życia
- 4. Biotechnologia. Podstawy mikrobiologiczne i biochemiczne

Mikrobiologia jest to nauka o organizmach niewidocznych gołym okiem a widocznych pod mikroskopem, czyli o szeroko rozumianych drobnoustrojach.

Mikroorganizmy zajmują szerokie spektrum wielkości, na przykład *Thiomargarita namibiensis* – największy odnotowany organizm prokariotyczny, osiągający wielkość nawet do około  $800\,\mu\text{m}$ . Z kolei najmniejsze bakterie i formy karłowate bakterii osiągają wielkości poniżej  $1\mu\text{m}$  (do 200-300nm). Ponadto jeżeli założylibyśmy przynależność wirusów do świata ożywionego to można uznać, że najmniejsze żywe istoty mogą mieć do 10nm. Mikrobiologia jest istotna w dziedzinach takich jak:

### • farmacja

- synteza witamin, prowitamin i innych substancji farmakologicznych
- Produkcja antybiotyków
- Produkcja preparatów białkowo-mineralnych (biopleksy¹ i białkowych (skład białkowy wielu drobnoustrojów jest lepszy niż materiału roślinnego, lecz gorszy od zwierzęcego)

### • biotechnologia

- zastosowanie mikroorganizmów w procesach produkcyjnych
- zastosowanie mikroorganizmów jako wektorów w inżynierii genetycznej

## • produkcja żywności

- winiarstwo, gorzelnictwo, piekarstwo
- branża mleczarska i miesa
- utylizacja odpadów produkowanych przez rolnictwo (np. niektóre drobnoustroje mają zdolność do rozkładu glicerolu, który jest odpadem produkcji bio-diesla)

Szacuje się że drobnoustroje powstały w czasach geologicznej epoki – Archaiku. Bakterie, które powstały w tamtej epoce nazywano archebakteriami, obecnie nazwą tą określa się bakterie środowisk ekstremalnych. Archebakterie są bliżej spokrewnione z eukariontami i człowiekiem niż "zwykłe" bakterie. Są one ciekawe pod wieloma względami – m. in. dlatego że wytwarzają niezwykle trwałe termicznie enzymy.

## Podział mikrobiologii

¹substancje białkowe ze związkami mineralnymi cechujące się lepszą przyswajalnością od zwykłych związków mineralnych, co wynika z faktu, że są one mniej polarne niż wspomniane substancje mineralne (oraz mniej zasocjowane z wodą) i w efekcie lepiej przenikają przez błony komórkowe

- Mikrobiologia ogólna morfologia, fizjologia, genetyka i ekologia drobnoustrojów
- Mikrobiologia szczegółowa nauki o poszczególnych grupach drobnoustrojów
  - Bakteriologia nauka o bakteriach
  - Mykologia nauka o grzybach (drożdże, pleśnie)
  - Protozoologia nauka o pierwotniakach
  - Algologia nauka o algach
  - Wirusologia nauka o wirusach
  - Immunologia nauka o odporności

Należy przy tych podziałach pamiętać jednak o tym, że wszelkie podziały w naukach przyrodniczych są zwykle uproszczone i bardzo płynne

Ze względu na środowisko występowania drobnoustrojów mikrobiologię można podzielić na:

- mikrobiologię gleby
- mikrobiologię wody
- mikrobiologię sanitarną
- mikrobiologię lekarską i weterynaryjną
- mikrobiologię żywności
- mikrobiologię techniczną (która jest integralną częścią biotehonologii)

Podział ten jest w dużej mierze arbitralny i dziedziny te mocno się przenikają i nakładają na siebie.

W biotechnologii mikroorganizmy wykorzystuje się do syntezy wielu związków organicznych takich jak: kwasy tłuszczowe, lipidy, białka, antybiotyki i witaminy oraz wielocukry (takie jak dekstryny lub bateryjna celuloza, która w przeciwieństwie do roślinnej jest czysta, niezanieczyszczona ligninami i hemicelulozami)

Mikrobiologie pod względem historycznym można podzielić na dwa okresy

- okres przed-Pasteurowski
- okres po-Pasteurowski

Pierwsze opisy drobnoustrojów w dzisiejszym rozumieniu pojawiły się w XVI, XVII i XVIII w. [uzupełnić o dane historyczne] – ..., Otto Miller, Christian Erenberg,

- Antoni van Leeuwenhoek jako pierwszy skonstruował prymitywny mikroskop z łożony z dwóch soczewek osiągający powiększenie około 200-300x. Wykonywał rysunki bakterii obserwowanych pod mikroskopem. W owym czasie nikt się nimi nie interesował, powrócono do nich dopiero w czasach Pasteura.
- Robert Hook obserwując kawałki tkanek roślinnych, zaobserwował struktury zwane komórkami.
- Matthias Schleiden i Theodor Schwann potwierdzili teorie komórkowa zaproponowaną przez Hook,a
- Ludwik Pasteur z wykształcenia chemik. Jako pierwszy wykazał, że procesy fermentacyjne są efektem aktywności metabolicznej drobnoustrojów.

### Dokonania Psterua

- Proces pasteryzacji obróbka termiczna w temperaturze 60-100°C
- Wykazał że choroby zakaźne zwierząt i ludzi są wywoływane przez drobnoustroje
- Wprowadził pierwsze metody szczepień opracował m. in. szczepionkę przeciw wściekliźnie (izolowaną z mózgów wściekłych królików)
- Jako pierwszy wyizolował czyste kultury drobnoustrojów. Opracował bulion, który do dzisiejszych czasów jest jedną z podstawowych pożywek w laboratoriach mikrobiologicznych (kiedyś bulion robiło się np. z gotowanego mięsa końskiego, gdyż ma ono w sobie niewiele tłuszczu)

- Opracował szczepionkę przeciwko cholerze i wąglikowi. Bakterie wąglika są to bakterie przetrwalnikujące, które atakują bydło i człowieka. Pasteura zastanawiało, czemu nie atakują kur. Badając to doszedł do wniosku, że drobnoustroje mają specyficzną dla siebie optymalną temperaturę w której żyją (temperatura ciała kur jest wyższa niż bydła i ludzi)
- Jako pierwszy opisał wiele bakterii, z którymi miał okazję zetknąć się wśród rannych w czasie wojny francusko-pruskiej
- Jako pierwszy zaczął stosować jałowe opatrunki, co znacznie zmniejszało liczbę zgonów po operacjach.
- Założył instytut Pasteura, w którym zgromadził wielu uczonych

Uczeni pracujący w Instytucie Pasteura

- Pierre Reux wyodrębnił toksynę błoniczą i badał filtry porcelanowe oraz kiłę
- Alexandre Yersin Odkrył czynnik etiologiczny dżumy i opracował metodę leczenia jej za pomocą swoistej surowicy. Wraz z Reux pracował nad wyodrębnieniem toksyny błoniczej
- Albert Calmette opracował szczepionkę przeciw gruźlicy
- Charles Chamberland Opracował filtr zwany dzisiaj filtrem Chamberlanda, oraz rozpoczął projekt, którego owocem byłow stworzenie autoklawu
- Ilja Miecznikow Twórca immunologii fagocytarnej. Wykazał, że niektóre rodzaje białych krwinek mają zdolność "pożerania bakteriińa drodze fagocytozy
- Robert Koch twórca nowoczesnej techniki mikrobiologicznej, która w dużej mierze obowiązuje do dzisiaj w laboratoriach mikrobiologicznych. Wprowadził agar jako czynnik zestalający (używany do dzisiaj), który umożliwia uzyskanie pożywki stałej. Wykrył czynnik etiologiczny gruźlicy, czyli prątki Kocha (*Mycobacterium tuburcolosis*). Zgromadził wokół siebie wielu współczesnych sobie uczonych
- Jospeh Lister potwierdził teorię przenoszenia chorób przez drobnoustroje. Odkrył bakterię *Listeria monocytogenes*, która stanowi śmiertelne zagrożenie dla człowieka.
- Dmitri Ivanowski jako pierwszy odkrył wirus mozaiki tytoniu.
- Leeffoe i Frosch odkrycie bakteriofagów
- Aleksander Fleming odkrycie penicyliny

Udział polaków w rozwoju mikrobiologii:

- Leon Cieńkowski zajmował się śluzowaceniem roztworów
- Ludwig Hiralkdshf założyciel PZH
- Rudolf Weigel prowadził badania nad tyfusem plamistym
- Przesmycki zajmował się badaniem choroby Heinego-Medina

# 1 Taksonomia organizmów żywych

Taksonomia zajmuje się badaniem różnorodności organizmów i ich systematycznym uporządkowaniem odzwierciedlającym ich rodowe pochodzenie (filogenezę). Tworzone systemy taksonomiczne podlegają dynamicznym zmianom wraz z rozwojem innych dziedzin biologii. Taksonomia odzwierciedla więc obecny stan wiedzy o pochodzeniu rodowym wszystkich organizmów żywych. Na taksonomie składa się klasyfikacja, identyfikacja i nazewnictwo organizmów żywych. Podstawową jednostką taksonomiczną jest gatunek. W mikrobiologii natomiast za podstawową jednostkę uznaje się szczep, czyli czystą kulturę wyizolowanych drobnoustrojów będących przedstawicielami danego gatunku. Przez pojęcie czysta kultura rozumie się jednostkę tworzącą kolonię, która najprawdopodobniej wyrosłą z pojedynczej komórki.

Klasyfikacja polega na porządkowaniu jednostek w grupy większego rzędu na zasadzie podobieństw. W systemach klasyfikacyjnych obowiązuje organizacja hierarchiczna. Identyfikacja natomiast na ustalaniu przynależności danego organizmu do danej grupy taksonomicznej (taksonu).

W nazewnictwie taksonomicznym obowiązuje język łaciński. Nazwy łacińskie należy zawsze pisać kursywą, podczas gdy nazwy zwyczajowe (np. nazwy spolszczone) pisze się czcionką normalną. Obowiązuje tutaj wprowadzona przez Linneusza zasada dwuczłonowego nazewnictwa gatunku

Rzeczownik rodzajowy przymiotnik gatunkowy

Wszystkie taksony powyżej rodzaju pisane są w tekście drukowanym czcionką normalną. Niewielkimi odstępstwami od tych zasad są konstrukcje takie jak np.

- Bacillus sp. jakiś gatunek z rodzaju Bacillus (species gatunek)
- Salmonella ssp. jakiś podgatunek z rodzaju Salmonella (subspecies podgatunek)
- Salmonella spp. wiele gatunków z rodzaju Salmonella (species plural)
- Salmonella Typhi oznacza typ serologiczny bakterii z rodzaju Salmonella. Skrót od Salmonella enterica subspecies enterica Typhi

### Rodzaje klasyfikacji

- Klasyfikacja filogenetyczna (naturalna) klasyfikacja oparta na łączeniu w grupy organizmów o wspólnych przodkach i przedstawianiu ich rozwoju rodowego
- Klasyfikacja sztuczna grupowanie organizmów zgodnie z ich podobieństwem według ustalonego (prze taksonomów) klucza, który nie jest oparty na filogenezie tylko na praktycznych cechach.
- Klasyfikacja numeryczna grupowanie przygotowane zgodnie z klasyfikacja Adamsona, w której każda cecha organizmu ma przypisaną taką samą wartość. Wynik w klasyfikacji numerycznej uzyskuje się w postaci prawdopodobieństwa (np. badany gatunek na 95% należy do gatunku A)

# 1.1 Klasyfikacja sztuczna

Klasyfikacja sztuczna bakterii została zaproponowana w latach 20. XXw. przez Davida Bergey'a i używana jest do dzisiaj. Oparta jest o cztery podstawowe kryteria

- Gramowość (bakterie gram-dodatnie lub gram-ujemne) bakterie które w barwieniu Grama barwią się nazywa się gram-dodatnimi, a te które się barwią nazywa się gram ujemnymi. Ma to związek ze struktura ściany komórkowej bakterii. Ściany bakterii gram-ujemnych są bardziej złożone strukturalnie i nie wybarwiają się w tej metodzie.
- Morfologia podział ze względu m. in. na kształt komórek bakterii. Podstawowe kształty to: kula, pałeczka, spirala.
- Stosunek do tlenu ze względu na stosunek do tlenu bakterie można podzielić na:
  - tlenowce (aeroby, oksybionty) organizmy niemogące funkcjonować bez dostępu tlenu, aeroby obligatoryjne
  - mikroaerofile bakterie, które muszą mieć w środowisku od 2 do 5% tlenu aby funkcjonować (np. bakterie propionowe)
  - beztlenowce względne (anaeroby fakultatywne) inaczej nazywane względnymi tlenowcami (aerobami fakultatywnymi). Mogą funkcjonować zarówno w środowisku o wysokim potencjale oksydoredukcyjnym (środowidko tlenowe) jak i niskim (środowisko beztlenowe)
  - beztlenowce bezwzględne (anaeroby obligatoryjne) bakterie niemogące funkcjonować w środowisku o wysokim potencjale oksydoredukcyjnym.
- Zdolność do przetrwalnikowania podział ze względu na zdolność bakterii do wytwarzania przetrwalników (endospor)

Klasyfikacja sztuczna uwzględniająca te cztery kryteria umożliwia rozpoznanie bakterii do poziomu rodzaju. Od ich ustalenia zawsze rozpoczyna się identyfikację bakterii. Barwienie gramowe wprowadził w 1884 roku Gram, ale mechanizm tego barwienia został poznany jednak znacznie później. Szybka metoda identyfikacji bakterii G(+) G(-) jest alternatywą ustalania gramowości, polega na dodaniu do biomasy bakterii wodorotlenku potasu. W metodzie tej jeżeli dochodzi do koagulacji bakterii to znaczy że były to bakterie gram ujemne – w środowisku alkalicznym następuje destrukcja ściany komórkowej bakterii gram ujenuch.

Na podstawie tej klasyfikacji sztucznej podzielono bakterie na około 30 grup.

## 1.1.1 Gram-ujemne, mikroaerofilowe pałeczki nieprzetrwalnikujące

- Campylobacter są to bakterie chorobotwórcze
  - Campylobacter jejuni jej optymalna temperatura rozwoju to 42-44°C. Sprawia to, że szczególnie dobrze rozwija się w przewodzie pokarmowym ptaków. Nazywana jest nowym patogenem żywności, ponieważ występować może w żywności grillowanej (jeżeli dostanie się do tkanki mięśniowej to nie ginie w czasie grillowania mięsa)
  - Campylobacter coli
  - Campylobacter fetus
- $Helicobacter\ pylori$  wytrzymuje bardzo kwasowe środowisko żołądka (do  $pH\approx 2$ ). Dokonuje tego dzięki wytwarzaniu enzymu ureazy, która powoduje rozkład mocznika do dwutlenku węgla i amoniaku, który w środowisku wodnym tworzy jony amonowe i tym samym powoduje podwyższenie pH. Na skutek tego dookoła koloni środowisko jest zalkalizowane.
- Arcobacter butzleri w przeciwieństwie do Campylobacter może się rozwijać w warunkach chłodniczych. Poza tym jest tak samo groźna jak Campylobacter jejuni.

## 1.1.2 Gram-ujemne, tlenowe pałeczki i ziarniaki

• Bakterie octowe – są to bakterie należące do różnych rodzajów zdolne do wytwarzania kwasu octowego. Kwas octowy może być odkładany przez bakterie do środowiska, lub dalej metabolizowany przez bakterie aż do pełnego utlenienia. Bakterie octowe są tlenowcami obligatoryjnymi. Ze względu na to że bakterie octowe z różną szybkością mogą utleniać zsyntezowany kwas octowy dzielimy je na suboksydanty i peroksydanty.

Suboksydanty prawie nie utleniają kwasu octowego dalej, co wynika z zablokowania Cyklu Krebsa na pewnym etapie², natomiast peroksydanty utleniają powstały kwas octowy relatywnie szybko. Bakterie octowe wykorzystywane do syntezy octu są najczęściej suboksydantami.

Wykorzystuje się te bakterie także do syntezy celulozy bakteryjnej (sztucznej skóry) oraz substancji farmakologicznych. Celulozę bakteryjną tworzą, tylko jeżeli posiadają kodujący zdolność tą plazmid. Produkują ją aby zapewnić sobie unoszenie się na powierzchni pożywki zapewniając sobie dostęp tlenu z powietrza.

- Acetobacter
  - \* Acetobacter orleans bakterie wykorzystywane do syntezy octu z wina.
  - \* Acetobacter aceti
  - \* Acetobacter xylinus
  - \* Acetobacter curvum
  - \* Acetobacter pasteurianum
- Gluconobacter
  - \* Gluconobacer aceti
  - \* Gluconobacer oxydans
  - \* Gluconobacer suboxydans
- Gluconacetobacter
  - $* \ \ Gluconace to bacter \ xylinus$

 $<sup>^2</sup>$ sprawdzić

- Acetomonas
  - \* Acetomonas aceti
- Pałeczki o bardzo silnych właściwościach proteolitycznych bakterie te preferują środowiska od obojętnego
  do alkalicznego (w przeciwieństwie do większości bakterii), gdyż wytwarzają one aminy biogenne na skutek
  dekarboksylacji.
  - Pseudomonas
    - \* Pseudomonas fluorescens sprofityczne bakterie o silnych właściwościach proteolitycznych, charakteryzujące się zdolnością do biofluorescencji. Preferują one bakterie poniżej 20°C. Mogą się więc rozwijać w warunkach chłodniczych, więc m. in. na powierzchni mięsa.
    - $\ast$  Pseudomonasaeruginosa (pałeczka ropy błękitnej) bakteria patogenna rozwijająca się w ranach, charakteryzująca się niebieskawą fluorescencją
  - Burgkolderia bakterie z tego rodzaju były kiedyś zaliczane go rodzaju Pseudomonas
    - \* Burkholderia cepacia są to jedne z niewielu bakterii mogących rozwijać się w bardzo niesprzyjających bakteriom warunkach (np. w czosnku). Kosmetyki inokuluje się tymi bakteriami i dodaje się środek konserwujący aż do momentu gdy przestaną się one rozwijać, ponieważ jeżeli te bakterie się nie rozwijają w danym środowisku to
    - \* Burkholderia mallei (pałeczka nosacizny) bakteria patogenna (zwłaszcza zwierząt). Pierwotnie zaliczana do Pseudomonas
- Bakterie wchodzące w symbiozę, wiążące azot
  - Rhizobium
  - Sinorhizobium
  - Bradyrhizobium
- Bakterie występujące w wodzie
  - Acinetobacter na ogół niegroźne saprofity
    - \* Acinetobacter baumannii bardzo groźne patogeny (jako jedyne w tej grupie)
  - Achromobacter
  - Flavobacterium
  - Xanthomonas
    - \* Xanthomonas campestris fitopatogen powodujący psucie się warzyw (np. czerwonej papryki, pomidorów). Jest wykorzystywany w biotechnologii do otrzymywania biopolimeru zbudowanego z glukozy kasntanu.
  - Legionella
    - \* Legionella pneumophila patogen zaliczany do "nowych patogenów". Jest to czynnik etiologiczny groźnego zapalenia płuc prowadzącego do śmierci (Legionellozę). Po raz pierwszy odkryta w nieczyszczonych filtrach klimatyzatorów. Występuje także w filtrach w basenach, saunach, czy instalacjach wodnych nieużywanych przez dłuższy czas.

## 1.1.3 Gram-ujemne, względnie beztlenowe, pałeczki nieprzetrwalnikujące

- Enterobacteriaceae bakterie odgrywające ogromną rolę w mikrobiomie przewodu pokarmowego człowieka. W grupie tej występują zarówno bakterie saprofityczne, patogenne jak i oportunistyczne
  - W rodzinie Enerobacteriaceae występują bakterie z grupy coli. Bakterie z tej grupy są to na ogół saprofityczne bakterie, występujące w mikrobiomie przewodu pokarmowego. Towarzyszą innym bakteriom z rodziny enterobacteriaceae takim jak: Salmonella, Yarshinia, Schigella. Poniższe cztery grupy bakterii są łatwe w hodowli i identyfikacji. Łatwość identyfikacji wynika z ich zdolności do fermentacji glukozy z wytworzeniem kwasów i gazów albo tylko gazów (w przeciwieństwie do innych bakterii z rodziny Enterobacteriaceae).
    - Escherichia
    - Citrobacter

- \* Citrobacter freundii
- Enterobacter
  - \* Enterobacter cloacae
- Clepsiellia na ogół saprofityczne, niektóre jednak są groźne dla człowieka (Klebsiella pneumonie N.D. szczep wyizolowany w New Delhi odporny na wszystkie znane antybiotyki)
  - \* Klebsiella pneumoniae
  - \* Klebsiella oxytoca

Bakterie z grupy coli są wskaźnikiem stanu sanitarnego środowiska. Są one bakteriami wskaźnikowymi – ponieważ występują w przewodach pokarmowych ludzi i zwierząt są wskaźnikami zanieczyszczenia fekalnego żywności. Ich obecność może świadczyć o zwiększonym prawdopodobieństwie występowania w danym środowisku groźnych patogenów z rodziny Enerobacteriaceae.

Bakterie z grupy coli, są w stanie przeprowadzać **fermentację mrówkową**. W fermentacji tej po glikolizie, z kwasu pirogronowego powstaje acetylokoenzym A i kwas mrówkowy. Kwas mrówkowy pod wpływem liazy rozpada się na dwutlenek węgla i wodę (gazy). Powstające pęcherze gazu są cechą identyfikacyjną świadczącą o obecności bakterii z grupy coli.

- Samlonella bakterie odpowiedzialne na ogromną ilość zatruć pokarmowych (Salmonellozy), które po przedostaniu się poza układ pokarmowy prowadzą do sepsy
  - \* Salmonella enterica istotny jest podgatunek Salmonella enterica spp. enterica, który ma wiele grup serologicznych: Salmonella Typhi, Salmonella Paratyphi, Salmonella Choleresuis, Salmonella Dublin, Salmonella Agona. Istnieją tysiące grup serologicznych pałeczek Salmonella gdyż są to bakterie gramujemne, których ściana komórkowa ma dużo lipopolisacharydów, które przekładają się na właściwości antygenowe i ilość typów serologicznych
  - \* Salmonella bongori
- Shigella czynnik etiologiczny duru brzusznego. Charakteryzują się duża przeżywalnością w wodzie. W dzisiejszych czasach ilość zatruć tymi pałeczkami jest o wiele mniejsza niż kiedyś.
  - $*\ Shigella\ shige$
  - \* Shiqella somnneri
  - \* Shigella felxneri
  - \* Shiqella dysynterie
  - \* Shigella boidi
- Proteus ich biochemiczną cechą rodzajową jest zdolność do syntezy siarkowodoru na skutek procesów gnilnych
   rozkładu aminokwasów
  - Proteus vulgris (pałeczka odmieńca) bakterie o silnych właściwościach gnilnych i proteolitycznych. Preferują środowiska lekko alkaliczne. Są to na ogół bakterie saprofityczne.
  - Proteus mirabilis
- Ervinia
  - Ervinia carotovora
- Pantoea bakterie o właściwościach pektynolitycznych (produkują enzymy pektynolityczne)
  - Pantoea carotovora
  - Pantoea
- Seratia bakteria oportunistyczna
  - Seratia marcescens (pałeczka cudowna) silne właściwości amylolityczne, więc wykorzystuje skrobię jako źródło węgla. Ma zdolność do syntezy prodigiozyny (barwnik o krwistoczerwonym zabarwaniu). Nazwa zwyczajowa wynika z tego, że rozwijała się na skrobiowych hostiach tworząc krwistoczerwone plamy. Może być czynnikiem etiologicznym owrzodzenia wątroby.
- Edwardsiella

-  $Edwardsiella\ tarda$  – na ogół saprofityczna. Może się rozwijać na powierzchni ryb tworząc ciemnobrązowe plamy

#### • Francisiella

- Francisiella tularelcis wywołuje u zwierząt gospodarskich chorobę o nazwię tularaleriza. Od zwierząt może być przenoszona na człowieka (zoonoza – choroba odzwierzęca u ludzi)
- Yersinia nowe patogeny związane ze środowiskiem powodujące jersiniozy.
  - Yersinia pestis (pałeczka dżumy) kiedyś Pasteria pestis. Nie jest związana z żywnością. Czynnik etiologiczny dżumy
  - Yersinia enterocolitica wywołuje jersiniozy. Jej optymalną temperaturą rozwoju jest mniej niż 20°C. Jest niewrażliwa na duże stężenie NaCl. Występuje głównie w przewodach pokarmowych zwierząt morskich. Jest nowym patogenem gdyż obecnie spożywa się (w Europie, ale i nie tylko) więcej ryb i owoców morza.
  - Arizona ich obecność została stwierdzona w proszku jajecznym. Obecnie podejrzewa się że jest to tylko
    jeden z typów serologizcznych bakterii Salmonella.
- Aeromonas
- Plesiomonas
- Vibrio
  - Vibrio cholere
  - Vibtio comma
  - Vibrio parahemoliticus dobrze rozwija się w warunkach chłodniczych.

### 1.1.4 Gram-dodatnie, ziarniaki, nieprzetrwalnikujące, tlenowe lub względnie beztlenowe

Bakterie, które określa się jako *paciorkowce*. Ich komórki po podziale się nie oddzielają i tworzą krótkie lub, długie łańcuszki. Po łacinie paciorkowiec to *Streptococus*, stąd dawna nazwa rodzajowa wszystkich paciorkowców. Można je podzielić na cztery grupy: paciorkowce mlekowe, paciorkowce kałowe, paciorkowce ropotwórcze i paciorkowce zieleniejące.

- Lactococus (paciorkowce mlekowe) mają zdolność do wytwarzania kwasu mlekowego z cukrów. Mają zdolność syntezy galaktozydazy, czyli enzymu przekształcającego glukozę i laktozę do galaktozy, którą w warunkach beztlenowych przeprowadzają homofemrenrację mlekową (fermentację której jedynym produktem jest kwas mlekowy). W warunkach beztlenowych redukują kwas pirogronowy za pomocą dehydrogenazy mleczanowej, która współpracuje z NADH do kwasu mlekowego [schemat fermentacji mlekowej bakterii
  - Lactococus lactis
  - Lactococus cremoris

Niektóre te bakterie przeprowadzają też heterofermentację mlekową, która tym różni się od homofermentacji tym, że oprócz kwasu mlekowego powstają w niej inne metabolity np. dwutlenek węgla, etanol, czy też substacje zapachowe (*Lactococus diacetilactis*)

Ze względu na zdolność do syntezy kwasu mlekowego bakterie mlekowe dzielimy na

- homofermentatywne produkują tylko kwas mlekowy
- heterofermentatywne produkują kwas mlekowy i dwutlenek węgla, lub kwas mlekowy, dwutlenek węgla i etanol. Ich metabolizm charakteryzuje się brakiem glikolizy. Zamiast niej przebiega cykl heksanomonofosforowy (HMP), w którym powstaje dwutlenek węgla. [schemat cyklu HMP] W skutek tego cyklu powstaje acetylofosforan, który jest przekształcany w acetylokoenzym A. Powstaje tutaj jako produkt końcowy kwas mlekowy, kwas octowy (później etanol) i dwutlenek węgla(?).
- pseudomlekowe wytwarzają kwas mlekowy, ale nie z cukrów tylko z np. kwasu mlekowego

Fermentacja melkowa prowadzona przez bakterie mlekowe potrafi obniżyć pH nawet do 3, co zapobiega rozwojowi bakterii proteolitycznych i gnilnych (które są najczęściej bakteriami patogennymi)

Bakterie mlekowe mogą wytwarzać także bakteriozyny (substancje antybakteryjne) takie jak np. nizyna. Zdolność ta jest zdeterminowana plazmidowo. W przypadku nizyny tak naprawdę nie jest to plazmid tylko transpozon (tutaj transpozon nizynowy).

Wyjątniem wśród bakterii z rodzaju *Lactococus*, jest homofermentatywny *Streptococus thermophillus*. Zachował starą nazwę rodzajową. Paciorkowiec ten ma duże znaczenie biotechnologiczne.

- Enterococus (paciorkowce kałowe) występują w przewodzie pokarmowym ludzi i zwierząt. Są one bakteriami oportunistycznymi, względnie beztlenowymi. Podobnie jak bakterie z grupy coli mogą być znacznikiem sanitarno-higienicznym środowiska. Jako jedne z niewielu względnych beztlenowców nie mają zdolności do wytwarzania katalazy. Ich optymalną temperaturą jest około 37°C, ale mogą rozwijać się także w warunkach chłodniczych, co jest niecodzienną zdolnością u bakterii mezofilnych. Bakterie takie, które mogą rozwijać się w warunkach około 37°C i w warunkach chłodniczych nazywa się psychrotropowe. Wytrzymują proces pasteryzacji mimo iż nie wytwarzają przetrwalników są ciepłoodporne.
  - Enterococus phaecalis
  - Enterococus phaeciuim
  - Enterococus bovis
  - Enterococus durans
- Streptococus (paciorkowce ropotwórcze i zieleniejące)

Paciorkowce ropotwórcze

- Streptococus pyogenes czynnik etiologiczny anginy
- Streptococus agalactie jeden z czynników etiologicznych zapalenia gruczołu mlekowego u krów (mastitis).

Paciorkowce zieleniejące – mają zdolność do syntezy lewanu, polimeru fruktozy, powstającego z sacharozy. Powodują one powstawanie próchnicy

- Streptococus salivalius
- Streptococus mutans
- Streptococus mitis
- Leuconostoc heterofermentatywne bakterie, produkujące etanol i dwutlenek wegla.
  - Leuconostoc mesentereides
  - Leuconostoc citrovorum
  - Leuconostoc dekstero...
- Pediococus bakterie pseudomlekowe zdolne do fermenracji "jabłkowo-mlekowej"
- Oenococus bakterie pseudomlekowe zdolne do fermenracji "jabłkowo-mlekowej"
  - Oenococus oeni

[schemat fermentacji "jabłkowo-mlekowej"]

Cecha syntezy kwasu mlekowego z jabłkowego jest użyteczna technologicznie, gdyż pozwala ona zmiejszać kwaśność produktów.

- Sarcina na ogół niepatogenne ziarniaki tlenowe. Tworzy układy sześcienne a nie łańcuszkowe.
  - Sarcina lutea
- Micorcocus
  - Micrococus glutea
- Staphynococus gronkowece. Są to bakterie patogene. Wszystkie są katalazo-dodatnie. Są niewrażliwe na podwyższone stężenie soli (bakterie haloodporne/halotolerancyjne).

- Staphynococus aureus czynnik etiologiczny zatruć pokarmowych i sepsy. Wytwarza enterotoksynę gronkowcową. Są mezofilami, ale mogą się rozwijać w warunkach chłodniczych i są mało podatna na proces pasteryzacji.
- Staphynococus epidermidis niepatogenny gatunek występujący na skórze
- Staphynococus intermedius patogen izolowany ze środowisk szpitalnych

#### Cechy gronkowców patogennych

- Wytwarzają ciepłooporną enterotoksynę gronkowcową. Toksyna ta nie ulega inaktywacji w procesie pasteryzacji.
- Wytwarzają koagulazę enzym ścinający plazmę krwi.
- Wytwarzają hemolizyny enzymy niszczące czerwone krwinki
- Wytwarzają dermatoksyny enzymy niszczące skórę
- Wytwarzają deoksyrybonukleazy enzymy tnące DNA
- Wytwarzają hialuronidazy ułatwia im to rozprzestrzenianie się dzięki rozkładani kwasu hialuronowego taknki łącznej
- Mają zdolność do fermentacji mannitolu

Przyczyną pojawiania się "nowych patogenów" są postępy techniczne, czy też nowe trendy (patrz: Campylobacter jejuni, Legionella pneumophillia)

Jedną z podstawowych cech biochemicznych bakterii, która zwykle się bada jest zdoność do wytwarzania katalazy (enzymu zdolnego do rozkładu nadtlenku wodoru do wody i tlenu, należący do oksydoreduktaz). U wszystkich tlenowców i większości względnych beztlenowców występuje katalaza. Nie występuje ona u organizmów beztlenowych.