

Bakterie

Budowa, funkcje, choroby, znaczenie

Wstęp

- Bakterie są organizmami powszechnie występującymi na kuli ziemskiej. Zasiedlają różnorodne środowiska: glebę, wodę i powietrze, żyją we wnętrzu organizmów żywych. Występują również w miejscach o skrajnych warunkach fizykochemicznych, takich jak gorące źródła, podmorskie kominy hydrotermalne, solanki, lód podbiegunowy i głęboko położone warstwy skalne.
- Powszechność występowania we wszystkich częściach biosfery oraz duża różnorodność komórkowych procesów metabolicznych sprawiają, że bakterie pełnią istotne funkcje w przyrodzie i gospodarce człowieka.

Bakterie - budowa i czynności życiowe

- Bakterie to niewielkie, jednokomórkowe organizmy prokariotyczne, cechujące się zróżnicowanym metabolizmem. Dzieli się je na dwa podkrólestwa: Archaeobacteria (archeony) i Eubakteria (bakterie właściwe), których jest zdecydowana większość.

Budowa ściany komórkowej bakterii:

- Z uwagi na budowę ściany komórkowej wyróżniamy 3 typy bakterii:
 1. gramdodatnie,
 2. gramujemne,
 3. bez ściany komórkowej.

Bakterie gram-dodatnie

- Posiadają one wielowarstwową ścianę komórkową.
- W takiej ścianie zawartych jest wiele związków chemicznych, z których najważniejszym jest **mureina** (peptydoglikan) oraz m.in..kwasy tejchojowe.

Przykłady patogennych bakterii Gram (+) :

- gronkowce (*Staphylococcus*)
- paciorkowce (*Streptococcus*)
- laseczka tężca (*Clostridium tetani*)
- pałeczka *Listeria monocytogenes*
- laseczka wąglika (*Bacillus anthracis*)
- prątek gruźlicy – Kocha (*Mycobacterium tuberculosis*)
- prątek trądu (*Mycobacterium leprae*)

Bakterie gram-ujemne

- Bakterie Gram(-) mają cienką, pojedynczą warstwę mureiny oraz dwuwarstwową błonę komórkową, posiadającą lipopolisacharyd (LPS). Ściana komórkowa bakterii gram-ujemnych otoczona jest dodatkową błoną zewnętrzną, funkcją tak zbudowanej ściany jest ochrona przed cytolizą wywołaną zmianami ciśnienia osmotycznego.

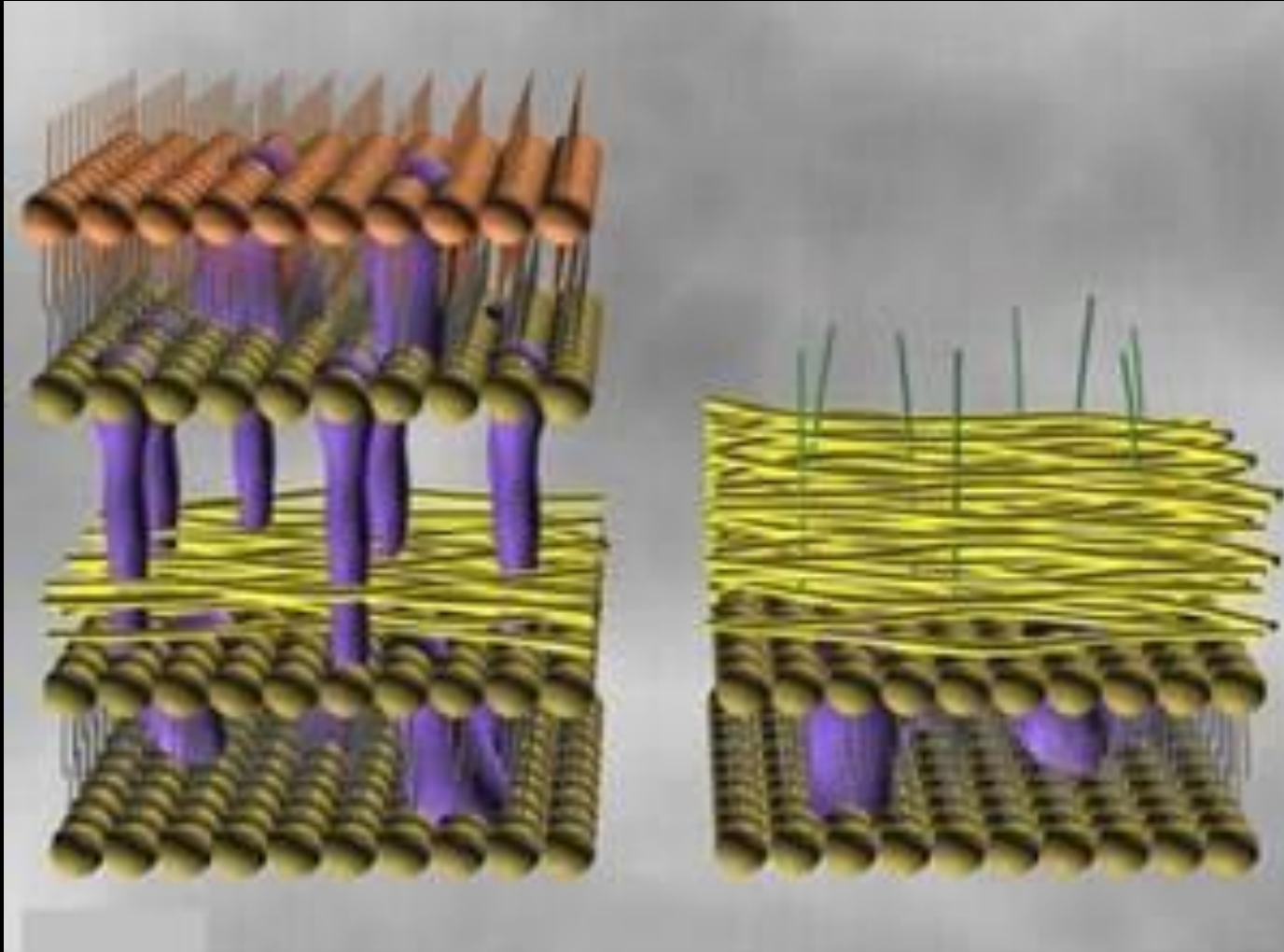
Przykłady patogennych bakterii Gram(-): pałeczki z rodzaju *Brucella*

- pałeczki z rodzaju *Salmonella*
- pałeczki z rodzaju *Shigella*
- pałeczka *Helicobacter pylori*
- pałeczka okrężnicy (*Escherichia coli*)
- pałeczka dżumy (*Yersinia pestis*)
- przecinkowiec cholery (*Vibrio cholerae*)

Bakterie bez ściany komórkowej

- Bakterie bez ściany komórkowej są to mikoplazmy, są niewielkie i mają dość nieregularne kształty. Bakterie gram-dodatnie i gram-ujemne są znacznie większe niż mikoplazmy oraz cechują się zróżnicowaną morfologią. Mykoplazmy nie są zdolne do syntezy peptydoglikanu, dlatego nie posiadają ściany komórkowej.

Różnice w budowie ściany komórkowej bakterii Gram(+) i Gram(-).



KOMÓRKI BAKTERYJNE SĄ OTOCZONE WARSTWĄ ŚLUZU, KTÓRA CHRONI JE PRZED NIESPRZYJAJĄCYMI WARUNKAMI ŚRODOWISKA.

POD WARSTWĄ ŚLUZU ZNAJDUJE SIĘ ŚCIANA KOMÓRKOWA. ŚCIANA OTACZA PROTOPLAST.

PODSTAWOWĄ CECHĄ ODRÓŻNIAJĄCĄ KOMÓRKĘ BAKTERYJNĄ OD KOMÓRKI EUKARIOTYCZNEJ JEST BRAK JĄDRA KOMÓRKOWEGO. ODPOWIEDNIKIEM JĄDRA JEST U BAKTERII NUKLEOID, CZYLI WIELOKROTNIE ZWINIĘTA NIĆ KWASU DEOKSYRYBONUUKLEINOWEGO LUŻNO ZAWIESZONA W CYTOPLAZMIE. NUKLEOIDY SPEŁNIAJĄ FUNKCJE IDENTYCZNE JAK JĄDRA KOMÓREK EUKARIOTYCZNYCH.

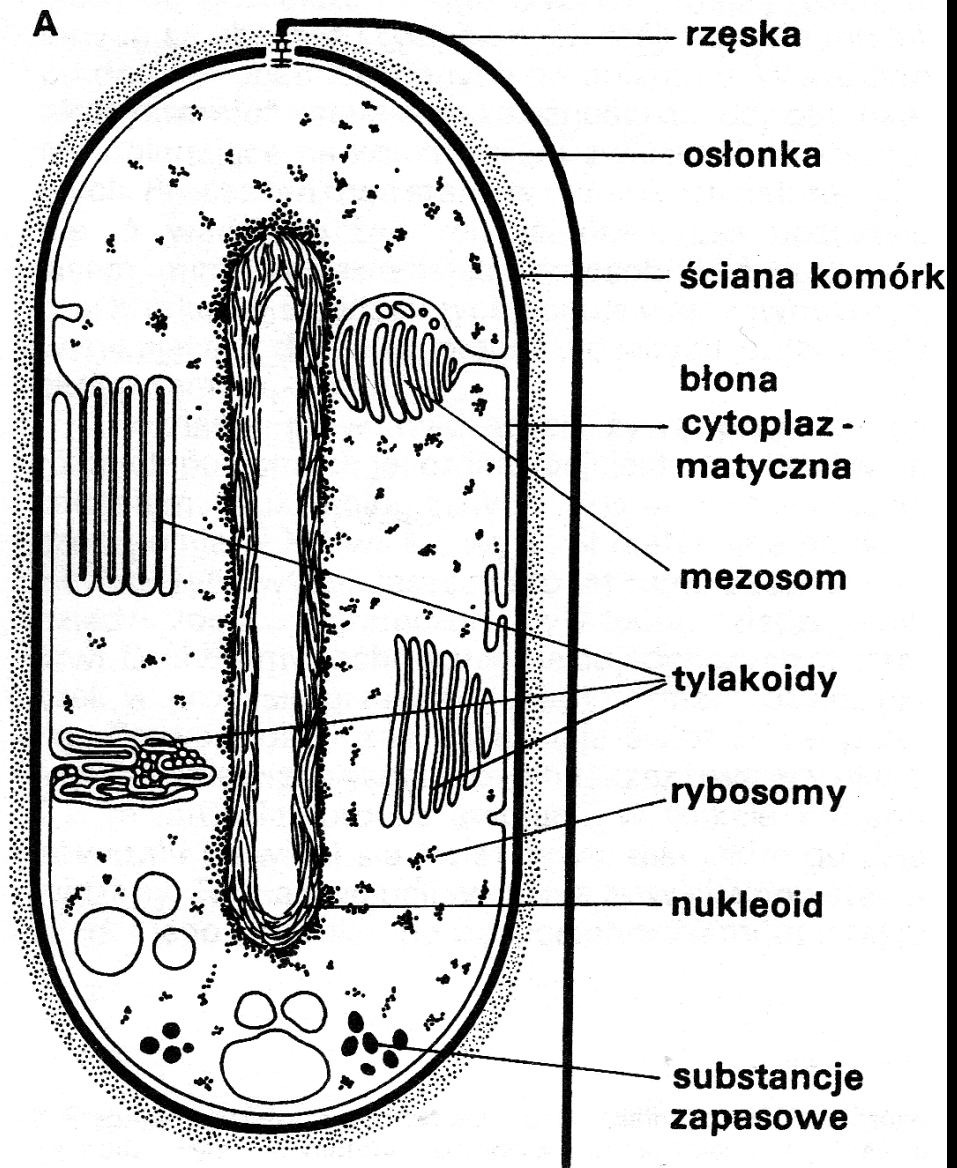
CYTOPLAZMA BAKTERII ZAWIERA ORGANELLE KOMÓRKOWE. NAJWAŻNIEJSZE SĄ RYBOSOMY WARUNKUJĄCE SYNTEZĘ BIAŁEK ORAZ MEZOSOMY, ODGRYWAJĄCE WAŻNĄ ROLĘ W PROCESACH ODDYCHANIA KOMÓRKI.

BAKTERIE MOGĄ GROMADZIĆ SYBSTANCJE ZAPASOWE:

GLIKOGEN (ZWIĄZEK Z GRUPY WĘGLOWODANÓW), TŁUSZCZE, BIAŁKA I INNE MATERIAŁY ODŻYWCZE.

KOMÓRKI NIEKTÓRYCH BAKTERII ZAWIERAJĄ CHLOROFIL α , CZASEM RÓWNIEŻ INNE BARWNIKI. CHLOROFIL WYSTĘPUJE W CYTOPLAZMIE W tzw. CIAŁKACH CHROMATOFOROWYCH, BAKTERIE NIE MAJĄ BOWIEM CHLOROPLASTÓW.

Rys. 2.1. Schemat budowy komórki prokariotycznej na przykładzie bakterii.



Bakterie - kształt

WYRÓŻNIA SIĘ NASTĘPUJĄCE PODSTAWOWE TYPY BAKTERII

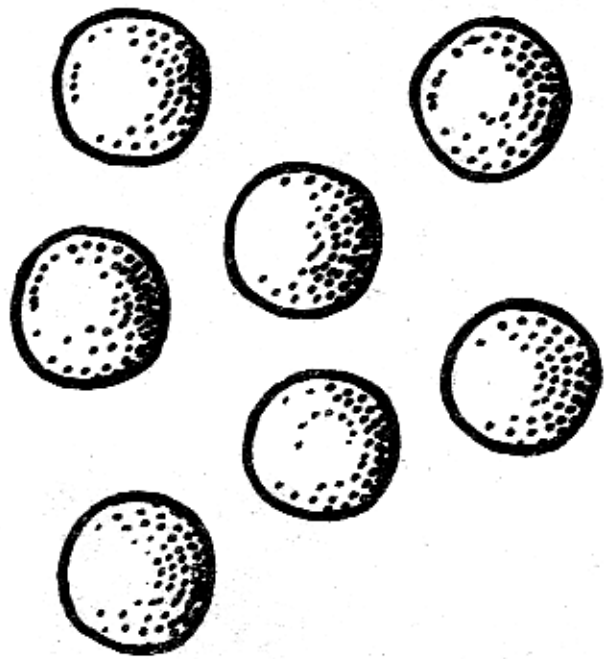
ZIARNIAKI (COCCUS) – KULISTE LUB OWALNE; **PAŁECZKI**

(BACTERIUM) – KRÓTKIE CYLINDRY; **LASECZKI** (BACILLUS) – CYLINDRY WYDŁUŻONE ;

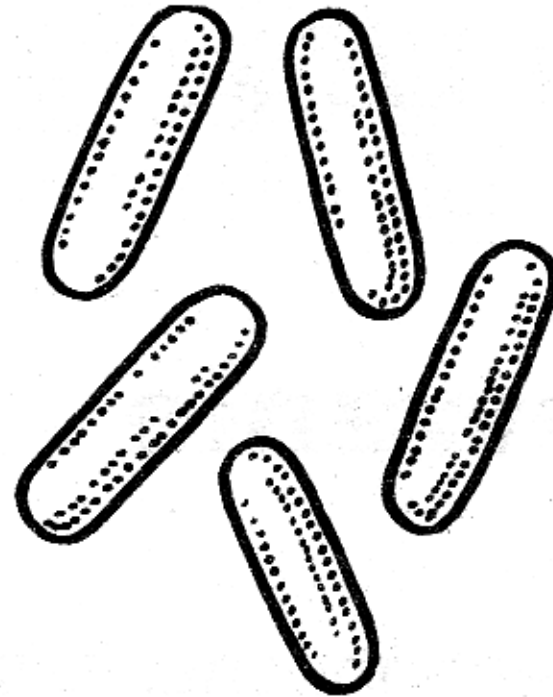
PRZECINKOWCE (VIBRIO) – KRÓTKIE WYGIĘTE WAŁECZKI

ORAZ **KRĘTKI I ŚRUBOWCE** (SPIRILLUM) – WYDŁUŻONE FORMY SPIRAL-NE.

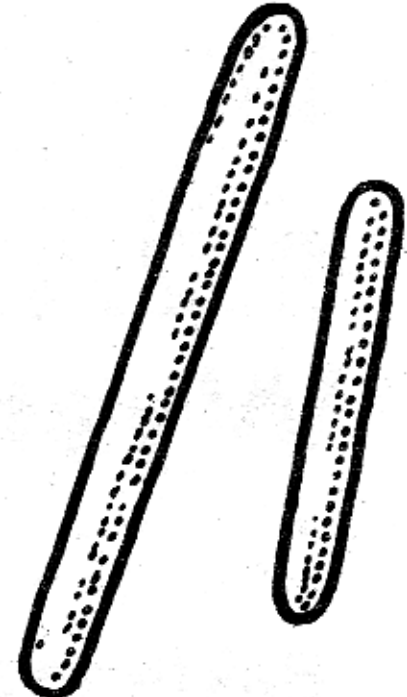
Rys. 3.1. Podstawowe kształty bakterii



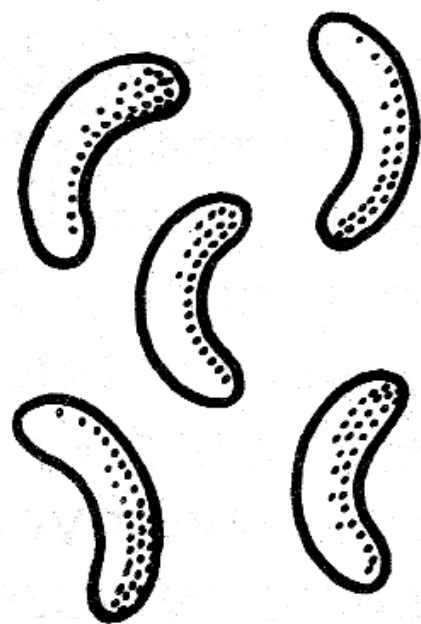
ziarniaki



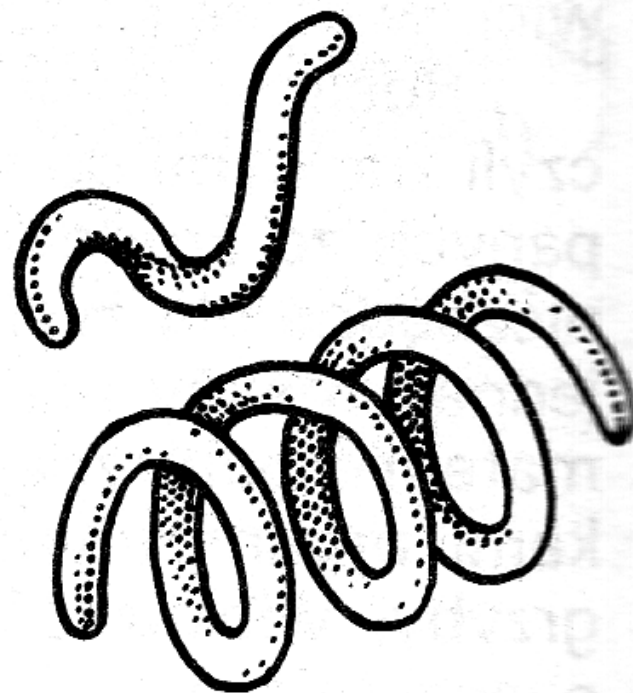
pałeczki



laseczniki



przecinkowce



krętki

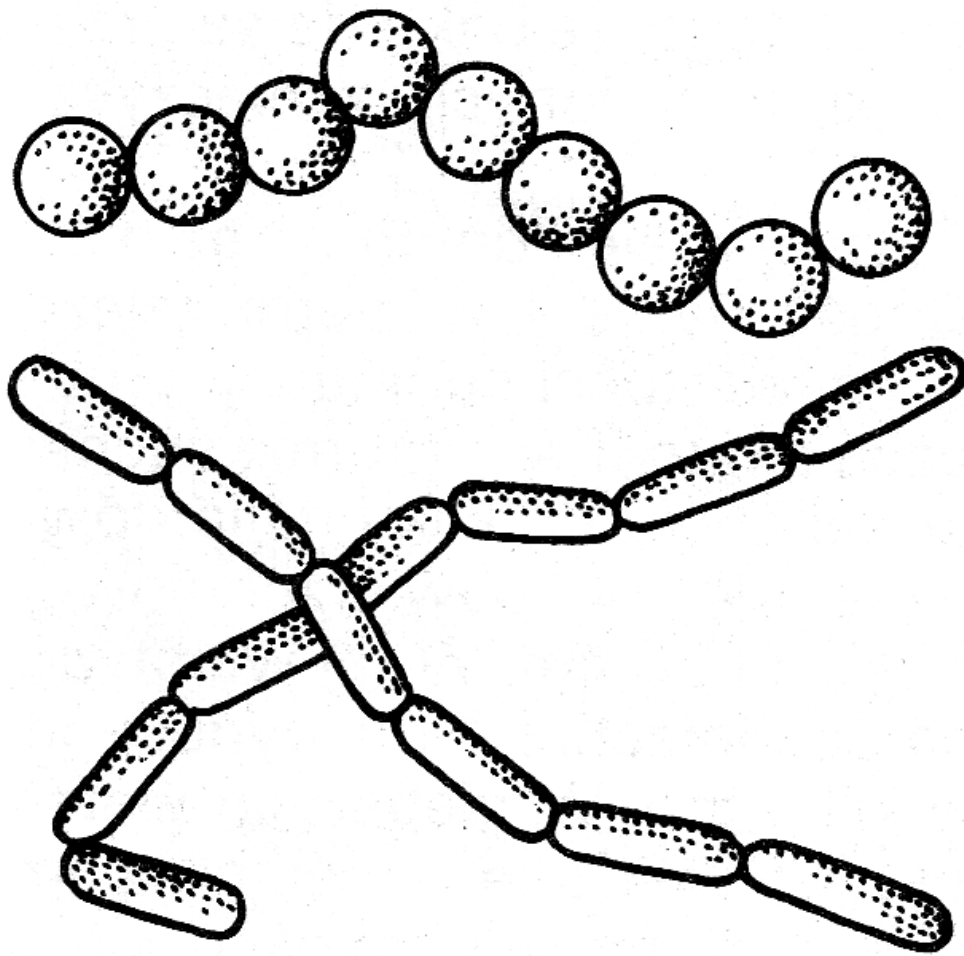
ZALEŻNIE OD UŁOŻENIA KOMÓREK BAKTERYJNYCH W KOLONII WYRÓŻNIA SIĘ SKUPIENIA TYPU PACIORKOWCÓW (*STREPTOCOCCUS*) O UKŁADZIE ŁAŃCUSZKOWYM;

GRONKOWCÓW (*STAPHYLOCOCCUS*) O UKŁADZIE NIEREGULARNYM;

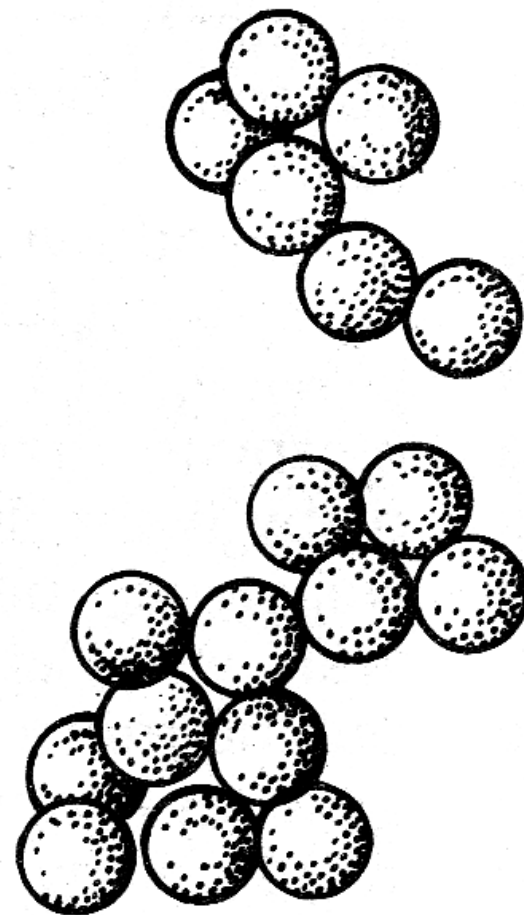
DWOINEK (*DIPLOCOCCUS*) – ZESPOŁY DWÓCH KOMÓREK, A TAKŻE CZWORACZKI, SZEŚCIANKI I INNE.

PEWNE BAKTERIE MOGĄ SIĘ PRZEMIESZCZAĆ DZIĘKI POSIADANIU WIRUJĄCYCH RZĘSEK.

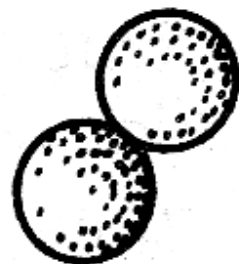
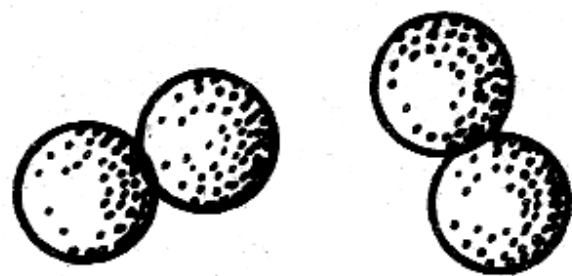
Rys. 3.2. Różne formy kolonii bakteryjnych



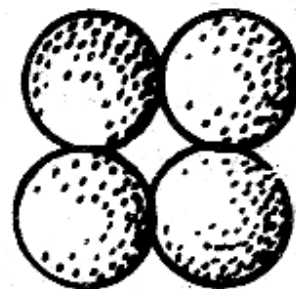
paciorkowce



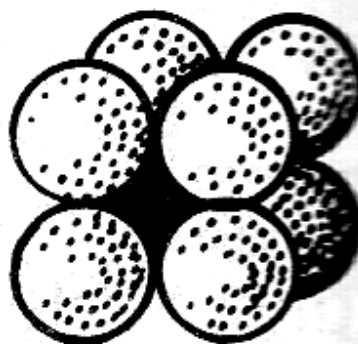
gronkowce



dwoinki



czworaczki



sześcianki

Rozmnażanie bakterii:

- Podział:

1. Przed podziałem następuje replikacja genoformu i plazmidów
2. Powstałe komórki potomne są identyczne genetycznie
3. Po podziale komórki funkcjonują już samodzielnie, ale niektóre nie odrywają się od siebie i pozostają w układach: dwoinki, czworaczki, paciorkowce, gronkowce

Komórki bakterii dzielą się bardzo szybko i intensywnie, występują w dużych populacjach nazywanych kulturami bakteryjnymi.

- Przetrwaliwanie:

Niektóre gatunki bakterii mają zdolność do wytwarzania przetrwalników – form opornych na działanie niekorzystnych czynników zewnętrznych takich jak wysoka temperatura, susza, brak składników pokarmowych w podłożu.

Przy tworzeniu tych form przechodzą w stan życia utajonego, czyli **anabiozy**.

- Wymiana materiału genetycznego między bakteriami

Zachodzi podczas tzw. horyzontalnego transferu genów w trzech procesach: koniugacji, transdukcji i transformacji.

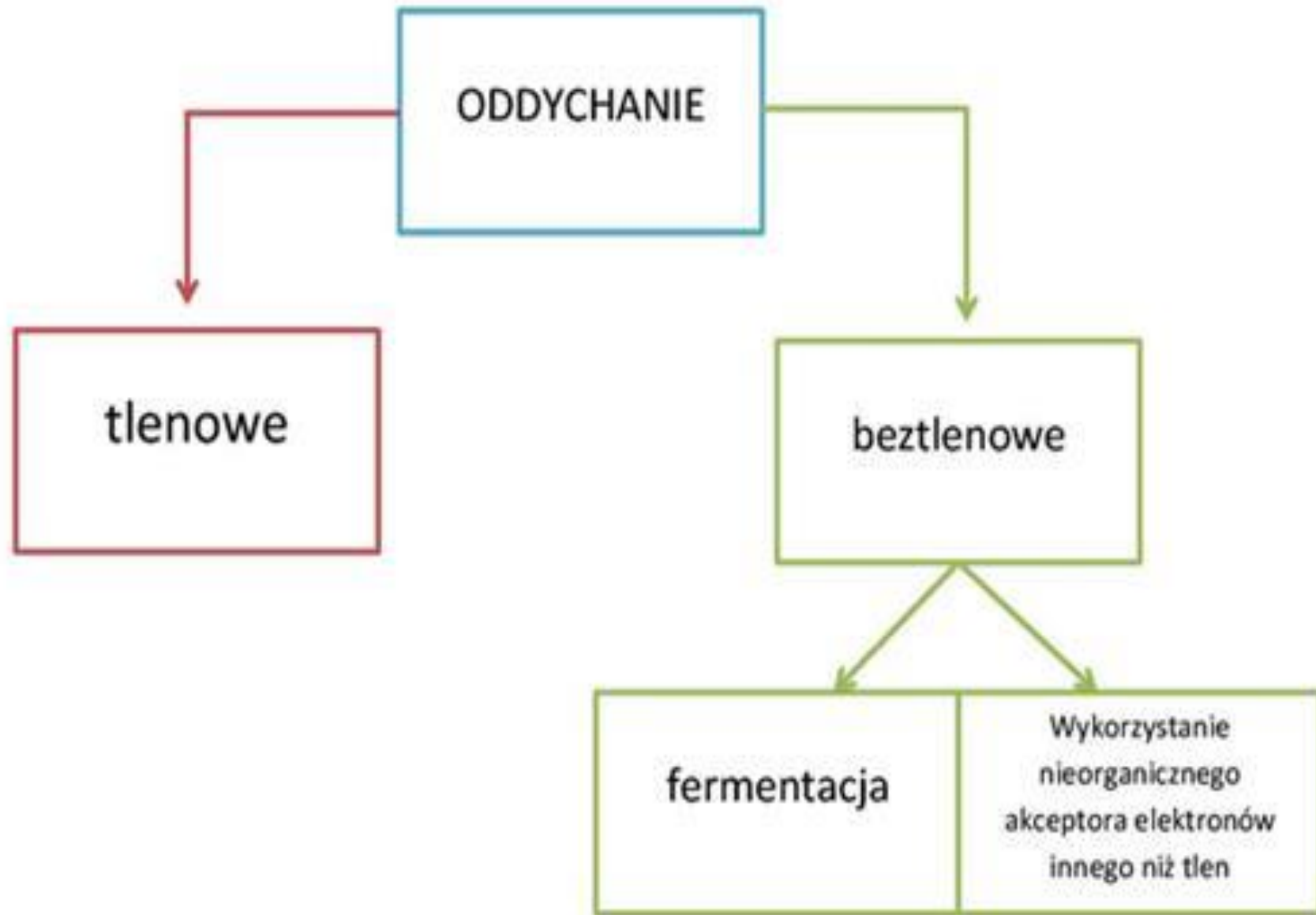
1. **Koniugacja** – przekazanie plazmidu lub części genoformy z jednej komórki do drugiej, za pośrednictwem specjalnych wypustek zwanych fimbriami. Komórka, która tworzy fimbrie jest dawcą, a ta, która otrzymuje gen jest biorcą. Biorca zyskuje nowe cechy, np. oporność na antybiotyki czy zdolność syntezy aminokwasu

2. **Transdukcja** – przeniesienie fragmentu DNA z jednej komórki do drugiej za pomocą bakteriofaga. W trakcie przechodzenia wirusa z cyklu lizogenicznego w lityczny, profag jest wycinany (patrz. Wirusy), zazwyczaj wraz z fragmentem genoformy bakterii. Taki fragment ulega replikacji, a nowe kopie otaczane są kapsydem. Komórki biorcy zyskują geny innej bakterii, a więc proces ten staje się źródłem nowych cech.

3. **Transformacja** – aktywne pobranie DNA ze środowiska zewnętrznego (np. z martwych komórek innych bakterii). Zdolność do transformacji nazywa się kompetencją i jest wykorzystywana w biotechnologii i inżynierii genetycznej, przy klonowaniu genów eukariotycznych w komórkach bakterii.

Bakterie - oddychanie

- Wśród bakterii występuje oddychanie tlenowe i **beztlenowe**. Ze względu na rodzaj **oddychania** który jest charakterystyczny dla danego gatunku wyróżniamy 4 grupy organizmów.
Oddychanie komórkowe jest to proces podczas, którego powstaje energia potrzebna do funkcjonowania, polega ono na utlenianiu glukozy.



- **1. Bezwzględne tlenowce**

Bezwzględne tlenowce oddychają tylko tlenowo, brak tlenu jest dla nich zabójczy. Należą do nich: sinice, większość bakterii chemosyntetyzujących, większość saprofagów, m.in. bakterie wiążące azot atmosferyczny (diazotroficzne)

- **2. Względne tlenowce**

Względne tlenowce oddychają głównie tlenowo, a w warunkach obniżonego stężenia tlenu przechodzą na mechanizm oddychania beztlenowego. Należą tu: bakterie purpurowe, liczne heterotrofy, m.in. bakterie denitryfikacyjne

- **3. Względne beztlenowce**

Względne beztlenowce oddychają jedynie beztlenowo, ale tlen w środowisku nie jest dla nich zabójczy. Liczne heterotrofy, m.in. bakterie fermentacji mlekowej, oddychające na drodze fermentacji mlekowej. Liczne bakterie pasożytnicze, chorobotwórcze.

- **4. Bezwzględne beztlenowce**

Bezwzględne beztlenowce oddychają wyłącznie beztlenowo, a tlen jest dla nich zabójczy. Nie potrafią prowadzić rozkładu powstałych nadtlenków np. nadtlenku wodoru. Należą tu: fotosyntetyczne bakterie zielone i purpurowe, diazotroficzne *Clostridium*, żyjące w żołądkach przeżuwaczy symbiotyczne bakterie celulolityczne, wiele bakterii chorobotwórczych.

Bakterie - odżywianie

POD WZGLĘDEM SPOSOBU ODŻYWIANIA WYRÓŻNIA SIĘ BAKTERIE CUDZOŻYWNE (HETEROTROFY) I SAMOŻYWNE (AUTOTROFY).

WIĘKSZOŚĆ BAKTERII JEST ORGANIZMAMI CUDZOŻYWNymi. BAKTERIE TE NIE MAJĄ ZDOLNOŚCI SAMODZIELNEGO SYNTETYZOWANIA MATERII ORGANICZNEJ Z PROSTYCH SKŁADNIKÓW MINERALNYCH (NIEORGANICZNYCH). ICH POŻYWIENIE MUSI WIĘC ZAWIERAĆ GOTOWE SUBSTANCJE ORGANICZNE.

DLATEGO ODŻYWIENIE SIĘ BAKTERII CUDZOŻYWNYCH POLEGA NA WYDZIELANIU PRZEZ NIE DO ŚRODOWISKA ENZYMÓW ROZKŁADAJĄCYCH (TRAWIĄCYCH) MATERIEŃ ORGANICZNYCH NA PODŁOŻA.

**BAKTERIE BĘDĄCE SAPROFITAMI ROZKŁADAJĄ OBUMARŁE
SZCZĄTKI ROŚLIN I ZWIERZĄT,**

**NATOMIAST BAKTERIE – PASOŻYTY ZDOBYWAJĄ
POKARM ŻERUJĄC NA TKANKACH ŻYWYCH ORGANIZMÓW.**

**BAKTERIE SAMOŻYWNE, ZDOLNE DO WYTWARZANIA SUBSTANCJI
ORGANICZNYCH ZE ZWIĄZKÓW NIEORGANICZNYCH SĄ
STOSUNKOWO NIELICZNE.**

**DZIELĄ SIĘ ONE NA BAKTERIE FOTOSYNTETYZUJĄCE I NA BAKTERIE
CHEMOSYNTETYZUJĄCE.**

**KOMÓRKI BAKTERII FOTOSYNTETYZUJĄCYCH ZAWIERAJĄ CHLOROFIL,
DZIĘKI KTÓREMU MOGĄ WYTWARZAĆ, Z UDZIAŁEM ENERGII ŚWIETLNEJ,
ZWIĄZEK ORGANICZNY GLUKOZĘ.**

**BAKTERIE CHEMOSYNTETYZUJĄCE WYTWARZAJĄ SYBSTANCJE
ORGANICZNE BEZ UDZIAŁU CHLOROFILU I ŚWIATŁA. ZAMIAST ENERGII
SŁONECZNEJ WYKORZYSTUJĄ ENERGIĘ ZDOBYWANĄ PRZEZ UTLENIANIE
RÓŻNYCH ZWIĄZKÓW NIEORGANICZNYCH – SIARKOWODORU,
AMONIAKU, ZWIĄZKÓW ŻELAZA I INNYCH.**

**REAKCJE UTLENIANIA TYCH ZWIĄZKÓW SĄ EGZOERGICZNE, tj. PRZEBIE-
GAJĄ Z WYDZIELENIEM PEWNYCH ILOŚCI ENERGII.**

**WYTWARZANIE ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH PRZEZ
BAKTERIE WYKORZYSTUJĄCE ENERGIE WIAZAŃ
CHEMICZNYCH NOSI NAZWĘ CHEMOSYNTETY.**

SPOŚRÓD BAKTERII SAMOŻYWNYCH NA UWAGĘ ZASŁUGUJĄ BAKTERIE NITRYFIKACYJNE. SĄ TO BAKTERIE GLEBOWE CHEMOSYNTETYZUJĄCE. POTRZEBNĄ DO CHEMOSYNTETY ENERGIE UZYSKUJĄ Z UTLENIANIA AMONIAKU ZNAJDUJĄCEGO SIĘ W GLEBIE. PROCES UTLENIANIA AMONIAKU DO AZOTANÓW NAZYWA SIĘ NITRYFIKACJĄ. NITRYFIKACJA ZACHODZI DWUSTOPNIOWO I W KAŻDYM JEJ ETAPIE UCZESTNICZĄ INNE BAKTERIE.

BAKTERIE WIAŻĄCE AZOT Z POWIETRZA

**DO BUDOWY SWEGO CIAŁA ROŚLINY WYŻSZE MOGĄ
WYKORZYSTYWAĆ WYŁĄCZNIE AZOT Z JEGO ZWIĄZKÓW.**

**DLATEGO WAŻNA DLA ŻYZNOŚCI GLEB JEST DZIAŁALNOŚĆ
BAKTERII ZDOLNYCH DO PRZYSWAJANIA AZOTU
ATMOSFERYCZNEGO.**

**AZOT WBUDOWYWANY DO CIAŁ BAKTERII JEST PO ICH ŚMIERCI
UDOSTĘPNIANY ROŚLINOM.**

**ZDOLNOŚCIĄ WIĄZANIA AZOTU ATMOSFERYCZNEGO ODZNACZAJĄ SIĘ
tzw. BAKTERIE AZOTOWE.**

**ŻYJĄ ONE SAMODZIELNIE (FORMY WOLNO ŻYJĄCE), ALBO W SYMBIOZIE Z
PEWNYMI ROŚLINAMI.**

**WOLNO ŻYJĄCE BAKTERIE AZOTOWE SĄ ORGANIZMAMI GLEBOWYMI.
NALEŻĄ DO NICH BAKTERIE TLENOWE (np.. z rodzaju *Azotobacter*) ORAZ
BEZTLENOWE (rodzaj *Clostridium*).**

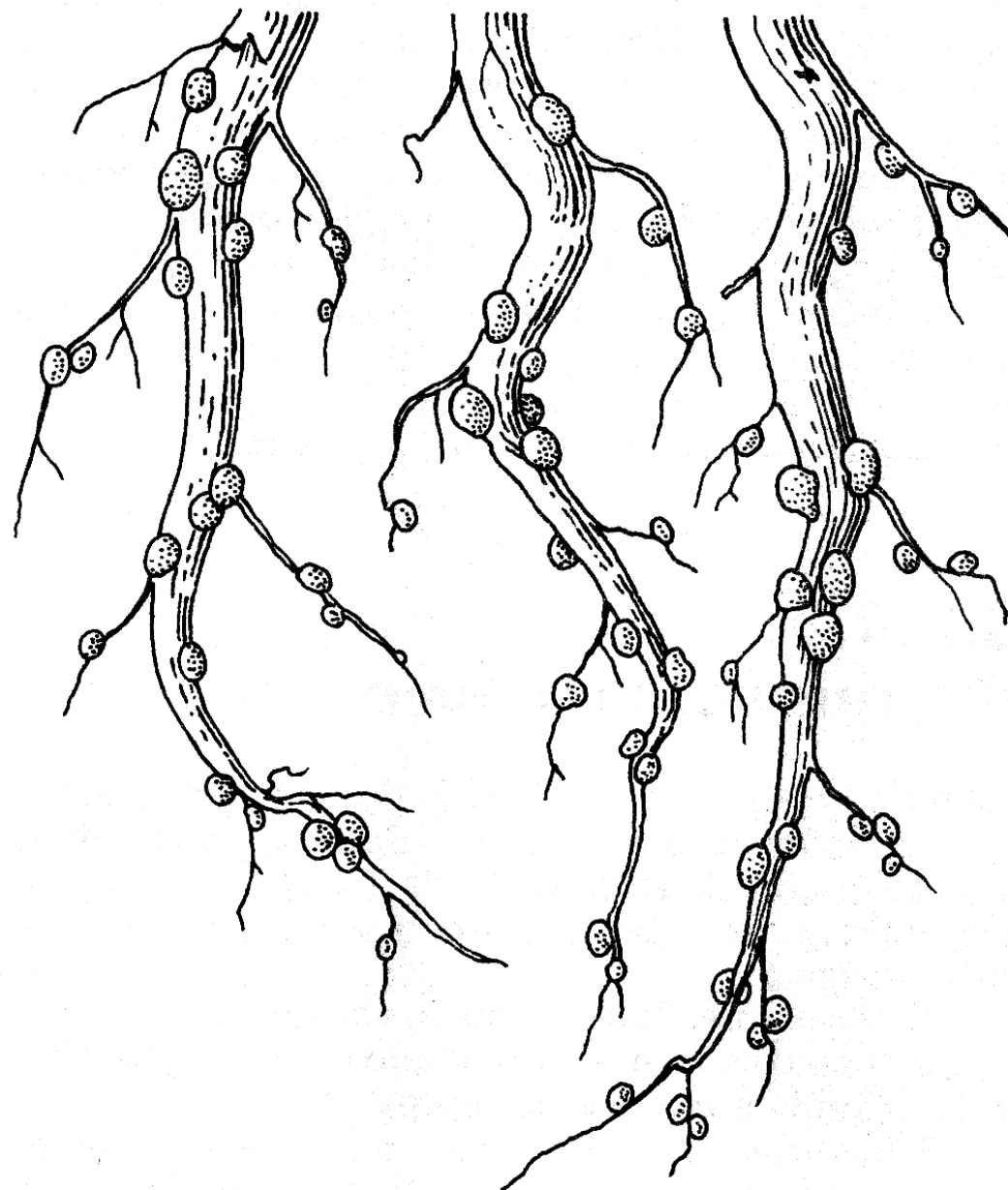
**W STREFIE KLIMATU UMIARKOWANEGO BAKTERIE TE DOSTARCZAJĄ
ROCZNIE POŁOM UPRAWNYM OKOŁO 5 – 10 kg AZOTU NA HEKTAR.**

INNY TRYB ŻYCIA PROWADZĄ AZOTOWE BAKTERIE SYMBIOTYCZNE (GŁÓWNIEM Z RODZAJU *Rhizobium*) – tzw. BAKTERIE KORZENIOWE (BRODAWKOWE).

MOGĄ ONE ASYMILOWAĆ AZOT Z POWIETRZA JEDYNIEM WSPÓŁŻYJĄC Z PEWNYMI ROŚLINAMI WYŻSZYMI – NAJCZĘŚCIEJ MOTYLKOWATYMI.

BAKTERIE PRZENIKAJĄ DO WNĘTRZA KORZENI, np.. ŁUBINU, KONICZYN, LUCERNY, FASOLI LUB GROCHU I OSIEDLAJĄ SIĘ W KOMÓRKACH.

**Rys. 3.4. Brodawki na korzeniach łubinu
spowodowane przez bakterie korzeniowe**



POD WPŁYWEM WYDZIELIN BAKTERYJNYCH W TKANKACH KORZENI
POWSTAJĄ BRODAWKOWATE ZGRUBIENIA . BAKTERIE KORZENIOWE
DOSTARCZAJĄ ZWIĄZKÓW AZOTOWYCH ROŚLINIE, Z KTÓRĄ
WSPÓŁŻYJĄ, CZERPIĄC OD NIEJ W ZAMIAN GOTOWE WĘGLOWODANY.
TEN RODZAJ WSPÓŁŻYCIA ORGANIZMÓW, Z KTÓREGO OBAJ PARTNERZY
ODNOSZĄ KORZYŚĆ, NAZYWAMY SYMBIOZĄ. NA POLU ROŚLIN MOTYLKO-
WYCH BAKTERIE BRODAWKOWE MOGĄ WIĄZAĆ ROCZNIE 100 – 200 kg
AZOTU NA HEKTAR.

BAKTERYJNE CHOROBY ROŚLIN

ZNANYCH JEST ok. 200 CHORÓB ROŚLIN WYWOŁYWANYCH PRZEZ BAKTERIE.

TEGO RODZAJU CHOROBY SĄ NAZYWANE BAKTERIOZAMI.

DO WNĘTRZA ROŚLIN BAKTERIE WNIKAJĄ PRZEZ OTWORY NATURALNE (np.. SZPARKI) LUB PRZEZ USZKODZENIA MECHANICZNE (PĘKNIĘCIA, ZRANIENIA, OTWORY WYDRAŻONE PRZEZ OWADY).

ŻYJĄ ZWYKLE W PRZESTWORACH MIĘDZYKOMÓRKOWYCH, A NIEKTÓRE WNIKAJĄ DO ŻYWYCH KOMÓREK.

WYDZIELANE PRZEZ BAKTERIE TOKSYNY POWODUJĄ ROZLUŻNIENIE TKANKI, WSKUTEK CZEGO KOMÓRKI ODDZIELAJĄ SIĘ OD SIEBIE I ZAMIERAJĄ. W NASTĘPSTWIE TEGO TKANKA PRZEKSZTAŁCA SIĘ W PAPKOWATĄ, GNIJĄCĄ MASĘ.

TEGO RODZAJU CHOROBA NAZYWANA **MOKRĄ ZGNILIZNĄ**,
WYSTĘPUJE m.in. U BULW ZIEMNIACZANYCH, KORZENI MARCHWI,
PIETRUSZKI I OWOCÓW POMIDORA.

BAKTERIE POWODUJĄCE MOKRĄ ZGNILIZNĘ MOGĄ ATAKOWAĆ TAKŻE
PĘDY ROŚLIN, WYWOŁUJĄC CHOROBE ZWANĄ **CZARNĄ NÓŻKĄ**.

OBIE CHOROBY SĄ PRZENOSZONE PRZEZ GLEBĘ, DO KTÓREJ DOSTAJĄ
SIĘ BAKTERIE UWOLNIONE PO ROZKŁADZIE PORAŻONYCH CZĘŚCI
ROŚLIN.

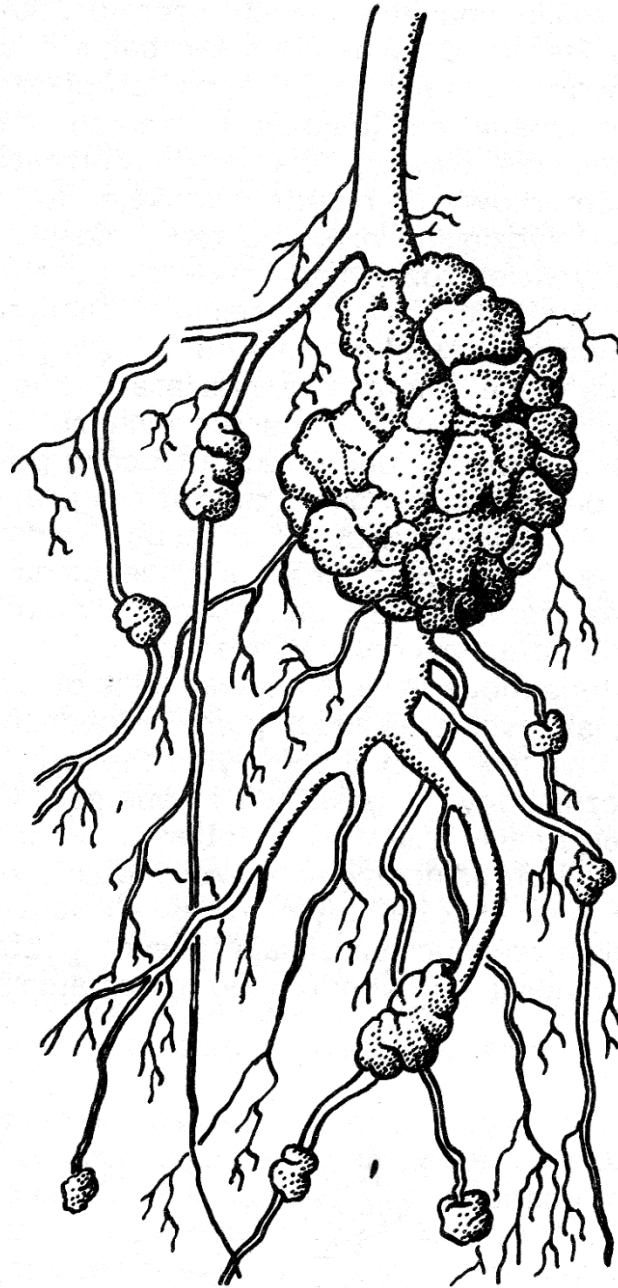
**BAKTERIE MOGĄ RÓWNIEŻ WYWOŁYWAĆ
WYCIEKI ŚLUZU LUB GUMY NA PĘDACH DRZEW,
ZGORZEL KWIATÓW, ZASYCHANIE
WIERZCHOŁKÓW PĘDÓW, PLAMY NA GAŁĘZIACH
I KONARACH.**

**TEGO RODZAJU OBJAWAMI CHARAKTERYZUJE
SIĘ ZARAŻA OGNIOWA (CHOROBA DRZEW
OWOCOWYCH OBJĘTA W POLSCE
KWARANTANNĄ) I RAK BAKTERYJNY DRZEW
OWOCOWYCH.**

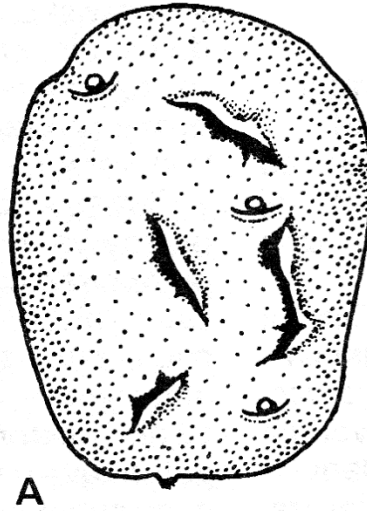
PEWNE BAKTERIE WYDZIELAJĄ TOKSYNY POBUDZAJĄCE TKANKI ŻYWICIELA DO NADMIERNEGO ROZRASTANIA SIĘ.

PROWADZI TO DO POWSTAWANIA GUZOWATYCH (RAKOWATYCH) NAROŚLI NA PNIACH LUB KORZENIACH DRZEW. NIEKTÓRE BAKTERIE ZATYKAJĄ NACZYNIA POWODUJĄC WIĘDNIĘCIE ROŚLIN. PRZEDSTAWICIELEM TEJ GRUPY BAKTERIOZ JEST np.. CZARNA ZGNILIZNA KAPUSTY.

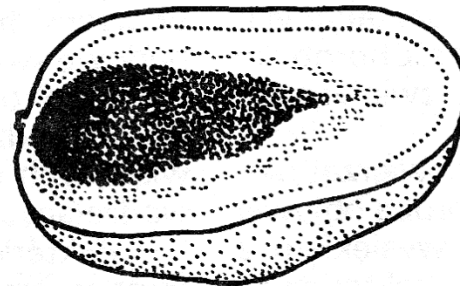
Rys. 3.6. Korzenie jabłoni z rakowatymi naroślami



Rys. 3.5. Ziemniak zainfekowany bakteriami powodującymi mokrą zgniliznę: A – charakterystyczne spękania bulwy (jeden z pierwszych objawów bakteriozy), B – ciemna wodnista masa wypełniająca bulwę w późniejszej fazie choroby, C – czarna nóżka na pędzie ziemniaka



A



B



C