

# Mikrobiologia Przemysłowa

Zagadnienia podstawowe

**„Nie ma nauk stosowanych ...  
są tylko zastosowania nauki ...”**

Ludwik Pasteur

**Mikrobiologia** - nauka zajmująca się zagadnieniami związanymi z mikroorganizmami

z gr. *mikros* – mały, *bios* – życie, *logos* - nauka

### **Prokariota**

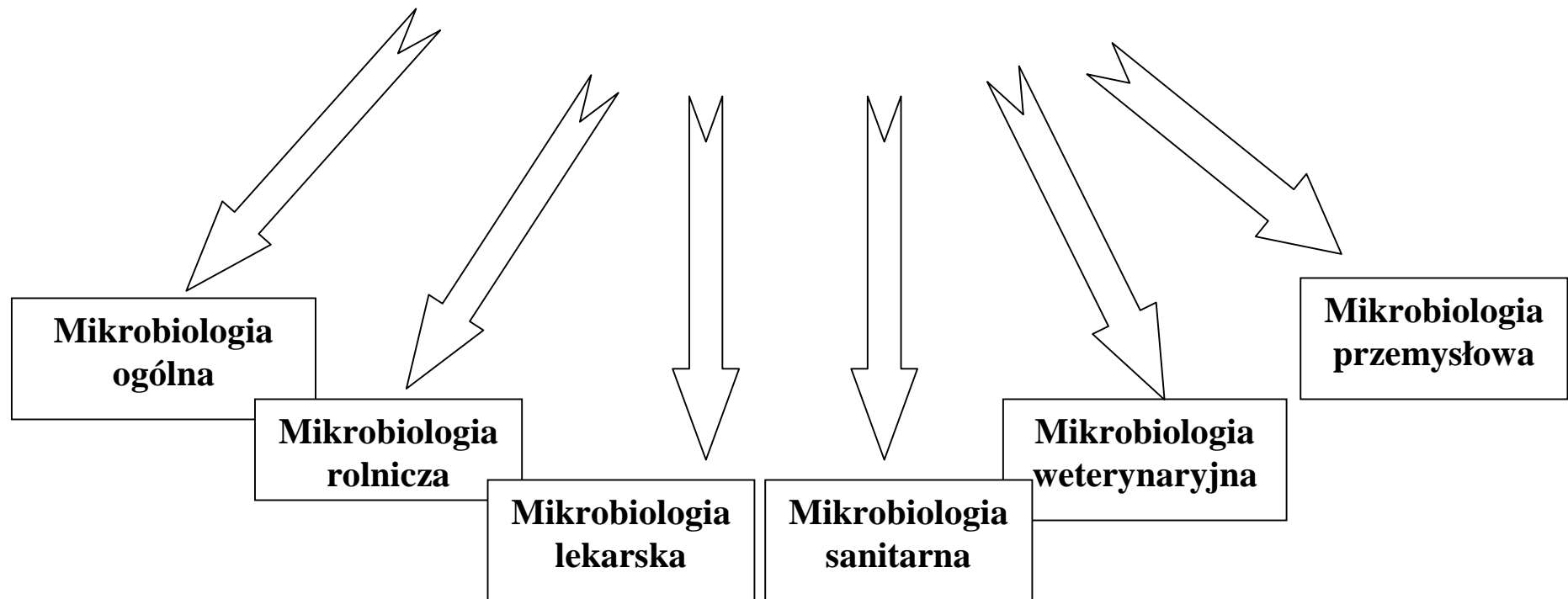
- bakterie
- archeony

### **Eukariota**

- grzyby
- glony
- pierwotniaki

### **Wirusy**

# MIKROBIOLOGIA



## Mikrobiologia ogólna – zajmuje się charakterystyką ogólnych pojęć z dziedziny mikrobiologii

- budową i kształtem mikroorganizmów
- czynnościami życiowymi
- środowiskiem życia drobnoustrojów
- wpływem drobnoustrojów na środowisko i inne organizmy



*Escherichia coli*

**Mikrobiologia lekarska** – zajmuje się mikroorganizmami chorobotwórczymi dla człowieka

- diagnostyką
- profilaktyką
- walką z drobnoustrojami chorobotwórczymi
- zjawiskami zachodzącymi w ustroju po infekcji



*Clostridium tetani*

# Mikrobiologia weterynaryjna – zajmuje się mikroorganizmami chorobotwórczymi dla zwierząt

- diagnostyką
- profilaktyką
- walką z drobnoustrojami chorobotwórczymi
- zjawiskami zachodzącymi w ustroju po infekcji
- kontrolą sanitarną produktów pochodzenia zwierzęcego



*Bacillus anthracis*

# Mikrobiologia rolnicza

- zajmuje się mikroorganizmami chorobotwórczymi dla roślin
- drobnoustrojami mającymi znaczenie w procesach krążenia pierwiastków w przyrodzie
- bada procesy mikrobiologiczne zachodzące w glebie



*Agrobacterium tumefaciens*



## Mikrobiologia sanitarna

- bada zagadnienia czystości wody, powietrza, pomieszczeń produkcyjnych, urządzeń i opakowań
- zajmuje się problemami oczyszczania ścieków metodą biologiczną
- zajmuje się higieną osobistą pracowników przemysłu spożywczego oraz sposobami zapobiegania zatruciom pokarmowym

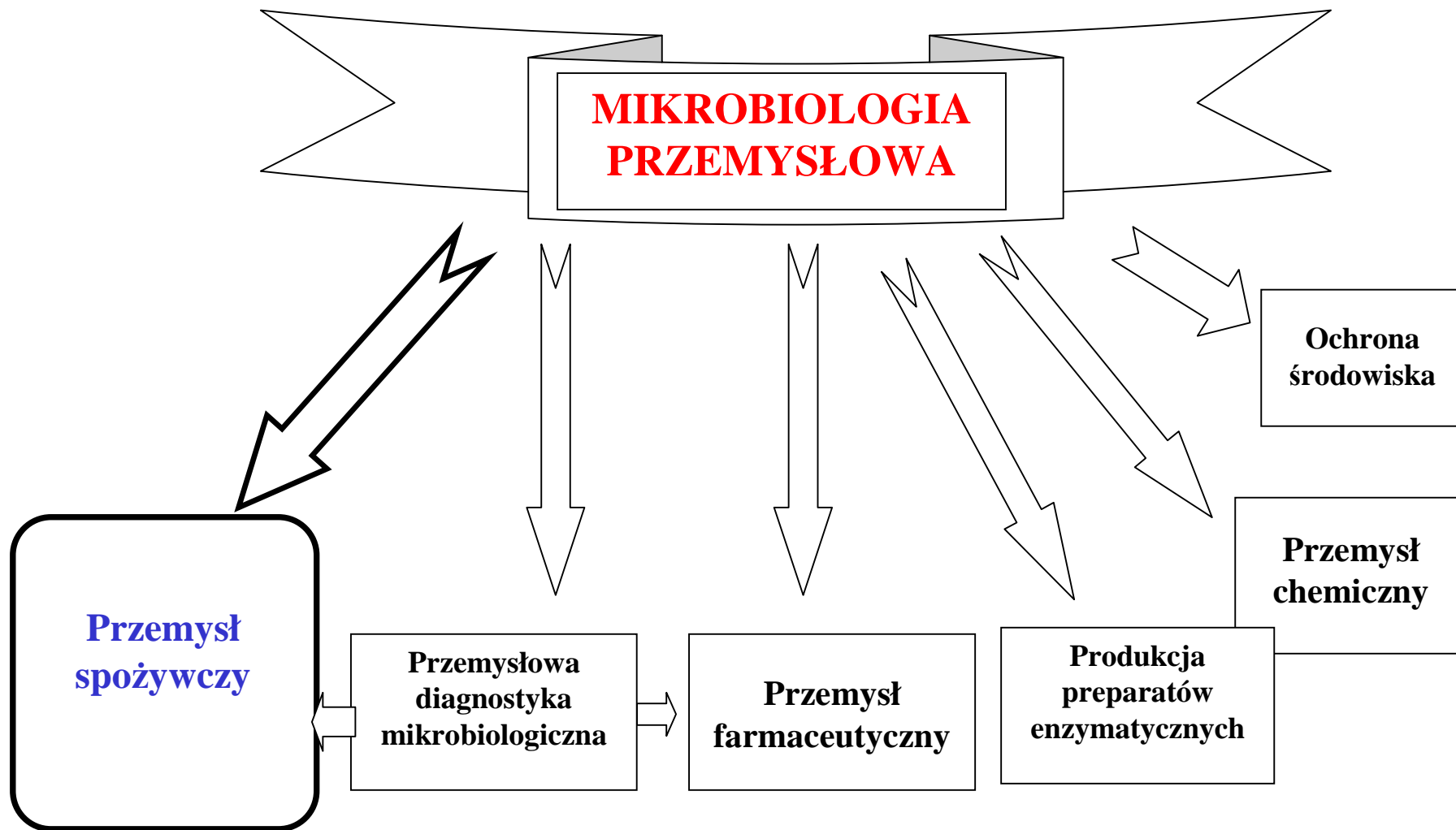
# Mikrobiologia przemysłowa

**Mikrobiologia przemysłowa (biotechnologia mikrobiologiczna)** – zajmuje się zastosowaniem wiedzy mikrobiologicznej i inżynierskiej w procesach przemysłowych z zastosowaniem mikroorganizmów (takich jak bakterie, grzyby, glony, pierwotniaki i wirusy) lub komórek roślin i zwierząt do produkcji użytecznych dóbr konsumpcyjnych lub półproduktów procesowych.

**Definicja Amerykańskiego Towarzystwa Mikrobiologii Przemysłowej, SIM**

**Mikrobiologia przemysłowa** - zajmuje się wykorzystaniem określonych gatunków mikroorganizmów w różnorodnych branżach przemysłu z jednoczesnym monitorowaniem mikroflory szkodliwej.

**Microbial Biotechnology: Fundamentals of Applied Microbiology** by Alexander N. Glazer, Hiroshi Nikaido.



# Mikrobiologia przemysłowa w przemyśle spożywczym

**Produkcja żywności w oparciu o prowadzone przez mikroorganizmy procesy fermentacji beztlenowej i/lub tlenowej:**

- produkcja wina, piwa i spirytusu spożywczego
- produkcja octu oraz kwasu cytrynowego i mlekowego do celów spożywczych
- produkcja serów i fermentowanych napojów mlecznych np. jogurty, kefir
- produkcja chleba i ciast w oparciu o drożdże piekarnicze
- produkcja kiszonek np. kiszona kapusta lub ogórki
- produkcja kakao
- produkcja herbaty

# Mikrobiologia przemysłowa w przemyśle farmaceutycznym

- **Wyselekcjonowane szczepy mikroorganizmów stosowane są do produkcji:**
  - antybiotyków
  - leków steroidowych
  - witamin
- **Wyselekcjonowane kultury bakterii i drożdży stosowane są do produkcji probiotyków – preparatów farmaceutycznych przywracających naturalną mikroflorę układu pokarmowego**
- **Hodowle komórkowe i tkankowe wykorzystywane są przy produkcji:**
  - szczepionek np. szczepionki przeciwko HBV, poliomyelitis
  - przeciwciał monoklonalnych stosowanych w diagnostyce medycznej i badaniach naukowych
- **Rekombinantowe szczepy mikroorganizmów stosowane są przy produkcji:**
  - szczepionek np. szczepionka przeciwko HBV
  - insuliny
  - hormonu wzrostu

# Mikrobiologia przemysłowa w przemyśle chemicznym

- Produkcja aminokwasów: L-lizyny, L-cysteiny, kwasu L-glutaminowego i kwasu L-asparaginowego
- Produkcja rozpuszczalników: butanolu, acetonu
- Produkcja dekstranu
- Produkcja kwasu glukonowego
- Produkcja kwasu itakonowego

# Diagnostyka mikrobiologiczna w ujęciu mikrobiologii przemysłowej

- Produkcja odczynników, testów diagnostycznych i aparatury do diagnostyki mikrobiologicznej w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym, kosmetycznym i weterynarii
- Opracowanie zasad kontroli czystości mikrobiologicznej dla poszczególnych procesów technologicznych np. w przemyśle spożywczym, zapewniających ochronę produktów przed psuciem i/lub zakażeniem mikroorganizmami szkodliwymi i/lub patogennymi

# Mikrobiologia przemysłowa w ochronie środowiska

- **Pozyskiwanie cennych pierwiastków z użyciem technologii „przyjaznych” dla środowiska naturalnego**
  - mikrobiologiczne ługowanie metali, np. uranu z zastosowaniem bakterii *Thiobacillus ferrooxidans* i *Thiobacillus thiooxidans*
  - mikrobiologiczne zateżanie metali z wód kopalnianych lub wody morskiej np. złota, miedzi, srebra, plutonu, uranu z zastosowaniem biosorbentów z żywymi kulturami mikroorganizmów
  
- **Oczyszczanie ścieków i bioremediacja gleby**
  - bioremediacja gleb skażonych produktami ropopochodnymi z zastosowaniem wybranych szczepów bakterii glebowych np. z rodzaju *Acinetobacter* lub *Pseudomonas*
  - Stosowanie „stopnia biologicznego” w oczyszczalniach ścieków powiązanego z produkcją biogazu
  
- **Produkcja bioetanolu**



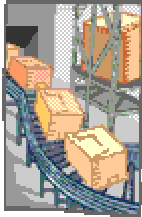
# Produkcja preparatów enzymatycznych

**Izolacja enzymu z hodowli jego naturalnego producenta**

**Produkcja enzymu z wykorzystaniem mikroorganizmu rekombinantowego**

- $\alpha$ -amylaza,  $\beta$ -amylaza, glukoamylaza, izomeraza glukozowa – przetwórstwo skrobi
- lakkaza, peroksydaza – przemysł tekstylny
- proteazy, lipazy, celulazy – składnik proszków do prania
- proteazy, lipazy – przemysł skórzany
- pektynaza – produkcja soków owocowych
- $\beta$ -galaktozydaza – przemysł mleczarski
- transglutaminaza – przemysł mięsny

# Proces biotechnologiczny



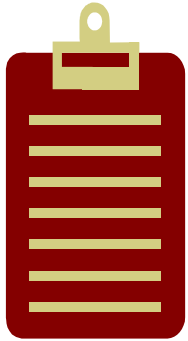
Zagadnienia podstawowe





Proces biotechnologiczny – proces produkcji dóbr konsumpcyjnych oparty o wykorzystanie właściwości produkcyjnych wybranych gatunków mikroorganizmów





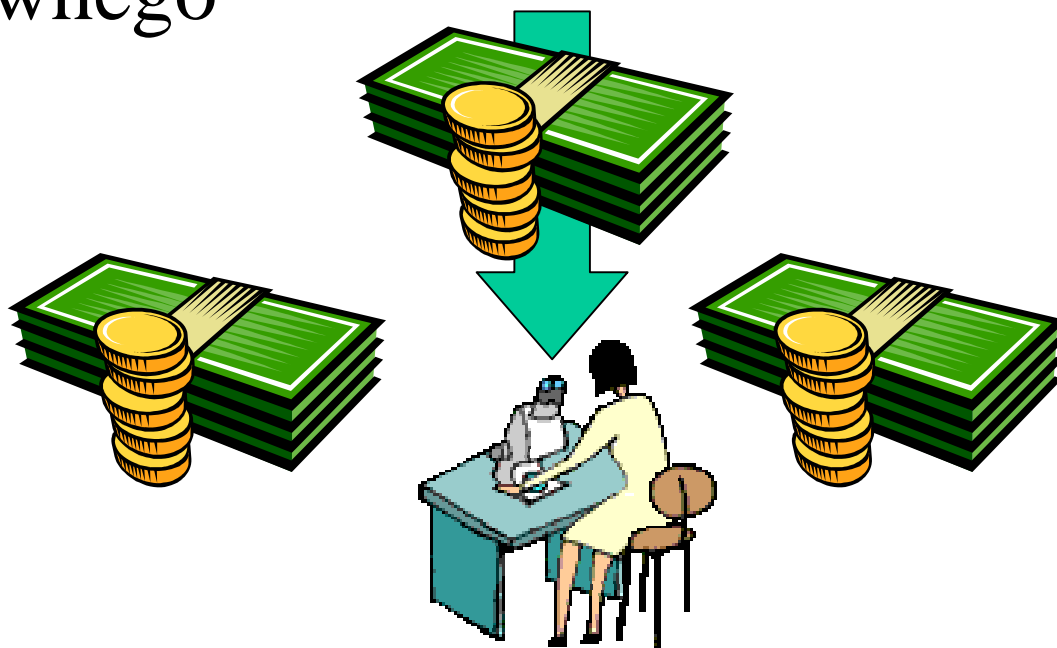
## **Projektowanie procesu biotechnologicznego obejmuje:**

- Pomysł – co chcemy i jesteśmy w stanie produkować
- Analiza marketingowa – ocena opłacalności produkcji
- Poszukiwanie organizmu produkcyjnego
- Opracowanie biotechnologii
- Analiza ekonomiczna produkcji
- „Ochrona Patentowa” oraz „Wdrożenie Produkcyjne”




# Pomysł i jego ocena

Pomysł – produkcja etanolu z celulozy pochodzącej z odpadów przemysłu drzewnego



# Pomysł i jego ocena

1. W tym celu należy: 
  - Ustalić wielkość zapotrzebowania na etanol na rynku krajowym i/lub zagranicznym np. jako dodatek do paliw
  - Ocenić koszt produkcji etanolu na tej drodze w odniesieniu do kosztów produkcji dla istniejących rozwiązań ekonomicznych
  - Ocenić obecny stan wiedzy w literaturze przedmiotu, szczególnie istniejące patenty
  - Ustalić czy istnieją przesłanki pozaekonomiczne do produkcji etanolu w oparciu o wspomniane źródło np. społeczne lub/i związane z ochroną środowiska
2. Jeśli ocena uzyskana na powyższej drodze wypada pozytywnie należy dokonać wyboru źródła mikroorganizmu najbardziej przydatnego do przeprowadzenia powyższego procesu

# Poszukiwanie organizmu producentckiego



Zadanie – znalezienie mikroorganizmu prowadzącego biokonwersję celulozy do etanolu



Mikroorganizm ten możemy poszukiwać na drodze:

- Screeningu – np. poprzez izolację szczepów grzybów lub bakterii ze zwaczy zwierząt roślinożernych, producentów zespołów enzymów celulolitycznych zwanych „celulosomami”
- Przeszukania dostępnych kolekcji mikroorganizmów, pod kątem mikroorganizmów celulolitycznych
- Wykorzystanie mikroorganizmów z punktów a) i b) jako źródeł genów enzymów celulolitycznych wykorzystanych przy konstrukcji rekombinowanego szczepu mikroorganizmu celulolitycznego – drogę tę wybieramy w przypadku, gdy mikroorganizmy z grupy a) i b) nie spełniają w stopniu wystarczającym wymagań tzw. „idealnego mikroorganizmu producentckiego”

# Poszukiwanie organizmu producentckiego



Screening – w celu pozyskania czystych kultur mikroorganizmów celulolitycznych z wybranego źródła stosujemy klasyczne techniki mikrobiologiczne.

Czyste kultury mikroorganizmów celulolitycznych uzyskanych podczas badań przesiewowych muszą zostać zidentyfikowane, co najmniej na poziomie rodzaju (przynależność taksonomiczna).



# Poszukiwanie organizmu producentckiego



Wymagania, które spełnia „idealny mikroorganizm producentcki”

- Mikroorganizm ten musi produkować interesujący nas produkt tak szybko, jak to możliwe i jak najprościej (tania pożywka, unikanie kosztownych rozwiązań technologicznych)
- Musi być łatwo dostępny w postaci czystej kultury, a co za tym idzie łatwy w przechowywaniu przez długie okresy czasu
- Genetycznie stabilny i jednocześnie łatwo ulegający manipulacjom genetycznym
- Łatwy w hodowli na dużą skalę na łatwo dostępnych podłożach przemysłowych
- **Nie może być organizmem patogennym !!!**

# Poszukiwanie organizmu producentckiego



Wymagania, które spełnia „idealny mikroorganizm producentcki”

- Wymagania te spełnia np. *Saccharomyces cerevisiae* – jednakże nie znamy w naturze szczepów drożdży tego gatunku o właściwościach celulolitycznych, ale mikroorganizm ten może być wykorzystany jako gospodarz dla genów enzymów celulolitycznych z innych źródeł
- Szczep „dziki” lub zakupiony z kolekcji może zostać ulepszony na drodze manipulacji genetycznych, dzięki którym np.:
  - jego metabolizm zostanie ukierunkowany na produkcję etanolu z celulozy

# Opracowanie technologii



Po wyborze mikroorganizmu produkcyjnego lub konstrukcji mikroorganizmu rekombinowanego, należy przeprowadzić żmudny proces **zwiększania skali procesu technologicznego** – często okazuje się, że optymalne warunki prowadzenia procesu produkcyjnego na skalę laboratoryjną nie mają prostego przełożenia na skalę przemysłową. W celu rozwiązania zaistniałych problemów, należy stopniowo optymalizować proces przechodząc przez produkcję na skalę ćwierć i półtechniczną.



# Opracowanie technologii

Badania te pozwalają na opracowanie procesu technologicznego zawierającego drogę prowadzącą od pojedynczej komórki szczepu produkcyjnego do biomasy dochodzącej do rzędu ton – w mikrobiologii przemysłowej wskazane jest okresowe przeprowadzanie powyższego szeregu czynności. Wynika to z faktu nieuniknionych samoistnych mutacji w komórkach potomnych szczepu produkcyjnego, powstałych podczas wzrostu biomasy w bioreaktorze, co prowadzi do obniżenia wydajności procesu produkcji np. etanolu

# Analiza ekonomiczna produkcji



Po zakończeniu etapu opracowania technologii należy dokonać oszacowania ekonomicznych kosztów prowadzenia procesu według zaproponowanej technologii, które nie mogą być większe niż wyliczone „maksymalne koszty opłacalności ekonomicznej” procesu podczas początkowego oszacowania opłacalności projektu.

# **Mikrobiologia przemysłowa**

**zastosowanie nauki do rozwiązywania problemów  
ważnych z punktu widzenia społecznego**

- walka z chorobami
- walka z głodem
- walka o zachowanie naturalnego środowiska życia człowieka
- dążenie do dobrobytu