**Nazwa przedmiotu:**

Inżynieria bioreaktorów

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Magdalena Jasińska, profesor uczelni

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inzynieria Chemiczna i Procesowa

**Grupa przedmiotów:**

obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1070-ICBIN-MSP-102

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

4

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów 60
2. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc. 6
3. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc. 29
4. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc. 20
Sumaryczny nakład pracy studenta 115

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

-

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

-

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 30h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Brak wymagań wstępnych.
Studenci mogą rejestrować dźwięk podczas zajęć bez prawa rozpowszechniania nagrań.
Przedmiot jest realizowany w formie wykładu (30 h) i projektów (30 h).
Ocena z przedmiotu jest oceną zintegrowaną.

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

1. Celem wykładu jest przedstawienie ilościowego opisu procesów zachodzących w bioreaktorach w oparciu o kinetykę wzrostu mikroorganizmów, kinetykę reakcji biochemicznych i hydrodynamikę reaktora.
2. Zdobycie umiejętności oceny stabilności pracy bioreaktorów.
3. Przedstawienie zasad powiększania skali bioreaktorów.

**Treści kształcenia:**

Wykład
1. Omówienie oddziaływań pomiędzy fazą biologiczną a środowiskiem zewnętrznym.
2. Przedstawienie charakterystyki populacji komórek. Omówienie zagadnień: wieloskładnikowość, heterogeniczność, kontrola wewnętrzna, możliwość adaptacji i efekty stochastyczne.
3. Przedstawienie modeli wzrostu komórek (modele strukturalne, modele segregowane).
4. Przedstawienie ilościowego opisu procesów zachodzących w bioreaktorach idealnych (bioreaktor przepływowy z
idealnym mieszaniem, bioreaktor o działaniu półokresowym, bioreaktor z idealnym przepływem tłokowym, bioreaktor
z recyrkulacją biomasy, układy bioreaktorów).
5. Omówienie dynamiki bioreaktora przepływowego.
6. Dynamika wzrostu kultur mieszanych (typy oddziaływań, własności dynamiczne).
7. Omówienie problemu występowania naprężeń ścinających w biotechnologii.
8. Charakterystyki pracy bioreaktorów różnego typu (zbiornik z mieszadłem, kolumna barbotażowa, podnośnik powietrza, kolumna z wypełnieniem).
9. Omówienie zasad wyboru bioreaktora i zagadnień powiększania skali.
10. Omówienie katalizy enzymatycznej i kinetyki enzymów unieruchomionych

Ćwiczenia projektowe:
1. Wyznaczanie przepływu maksymalizującego produkcję biomasy w bioreaktorze przepływowym z idealnym mieszaniem.
2. Określanie objętości dodatkowego bioreaktora, którego obecność maksymalizuje produkcję biomasy. Modelowanie reaktora z recyrkulacją.
3. Określanie zmienności stężeń pożywki i biomasy w reaktorze bez recyrkulacji pracującym w stanie nieustalonym.
4. Wyznaczanie częstości obrotów mieszadła w fermentorze przemysłowym pozwalającej na uzyskanie wielkości objętościowego współczynnika transportu tlenu, takiego samego jak w przypadku reaktora laboratoryjnego.
5. Dobór bioreaktora z idealnym mieszaniem lub z przepływem tłokowym, w celu osiągnięcie założonego stopnia przemiany dla enzymatycznej reakcji izomeryzacji.

**Metody oceny:**

1. egzamin pisemny
2. egzamin ustny
3. praca domowa
4. dyskusja
5. seminarium

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. J. Bałdyga, M. Henczka, W. Podgórska, Obliczenia w Inżynierii Bioreaktorów, OWPW, 1996. lub wydanie 2, 2012.
2. J.E. Bailey, D.F. Ollis, Biochemical Engineering Fundamentals, 2nd ed., Mc Graw-Hill, 1986.
3. W.W. Kafarow, A.J. Winarow, L.S. Gordiejew, Modelowanie Reaktorów Biochemicznych, WNT, 1983.
4. T.K. Ghose, Bioprocess Computations in Biotechnology, Ellis Horwood Ltd, 1990.
5. A.H. Scragg, Bioreactors in Biotechnology. A practical approach, Ellis Horwood Ltd, 1991.
6. H.J. Rehm, G. Reed, Biotechnology Vol.4. Measuring, Modelling and Control, VCH, 1991.
7. M.L. Shuler, F. Kargi, Bioprocess Engineering: Basic Concepts, Prentice Hall, 1992.
8. K. vant Riet, J. Tramper, Basic Bioreactor Design, Marcel Dekker, 1991.
9. S. Aiba, A.E. Humphrey, N.F. Millis, Inżynieria Biochemiczna, WNT, 1977.

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

Wykład:
Przedmiot jest realizowany w formie wykładu (15 wykładów po 2 godziny).
Obecność na wykładzie nie jest obowiązkowa.
Weryfikacja osiągnięć efektów uczenia się jest dokonywana na podstawie wyniku egzaminu pisemnego, którego terminy wyznaczane są w sesjach egzaminacyjnych: letniej i jesiennej. W letniej sesji egzaminacyjnej wyznaczane są dwa terminy, w sesji jesiennej – 1 termin.
Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie projektów.
Egzamin pisemny trwa 1 h 45 min. Do rozwiązania są trzy problemy – każdy oceniany w skali od 0 do 10 punktów, co pozwala uzyskać maksymalnie 30 punktów. Aby zdać egzamin należy uzyskać co najmniej 15,5 punktów. Stosowana skala ocen z egzaminu pisemnego:
<15,5 – 18,5) 3,0
<18,5 – 21,5) 3,5
<21,5 – 24,5) 4,0
<24,5 - 27,5) 4,5
<27,5 – 30,0> 5,0
Egzamin odbędzie się zdalnie przez platformę Microsoft Teams.

Ćwiczenia projektowe:
Studenci wykonują dwa projekty.
Każdy projekt wydawany jest na tzw. wykładzie wprowadzającym do projektu. Na wykonanie projektu student ma dwa tygodnie.
Za każdy projekt student może uzyskać maksymalnie 10 punktów: 3 punkty z wykonania projektu (przy czym za każdy nieusprawiedliwiony dzień opóźnienia w oddaniu projektu odejmowany jest 1 punkt – łącznie odejmowane jest jednak nie więcej niż 3 punkty) i 7 punktów z obrony projektu.
Obrona projektu polega na rozwiązaniu problemu związanego tematycznie z projektem oraz odpowiedzi na pytania dotyczące sposobu wykonania projektu i pytania sprawdzające znajomość teorii.
W trakcie obrony można korzystać z klasycznego kalkulatora.
W przypadku nieprzystąpienia do obrony projektu w wyznaczonym terminie (z powodu choroby lub wypadku losowego) można będzie się umówić na nowy termin obrony po okazaniu zwolnienia lekarskiego lub zaświadczenia o powodzie nieobecności.
Zaliczenia projektów będą odbywały się zdalnie przez platformę Microsoft Teams.
Skala ocen z projektów:
<10,5 – 12,5) 3,0
<12,5 – 14,5) 3,5
<14,5 – 16,5) 4,0
<16,5 - 18,5) 4,5
<18,5 – 20,0> 5,0

Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie pozytywnych ocen z egzaminu i z projektów.
Ocena zintegrowana obliczana jest na podstawie punków uzyskanych z projektów (maksymalnie 20 punktów) i z egzaminu pisemnego (maksymalnie 30 punktów).
Maksymalnie można uzyskać 50 punktów, a minimalna liczba punktów zaliczająca cały przedmiot (przy spełnieniu warunku zaliczenia obu części) to 26 punktów.
Stosowana skala ocen:
<26,0 – 31,0) 3,0
<31,0 – 36,0) 3,5
<36,0 – 41,0) 4,0
<41,0 – 46,0) 4,5
<46,0 – 50,0> 5,0
W przypadku nieuzyskania zaliczenia przedmiotu konieczne jest jego powtórzenie w kolejnym cyklu realizacji zajęć, przy czym jeśli zostały zaliczone projekty, to powtórzeniu podlega jedynie część wykładowa (egzamin pisemny).

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Ma wiedzę niezbędną do sporządzania bilansów masy i składnika w bioreaktorach, powiększania skali bioreaktorów, określania stabilności bioreaktorów.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, egzamin ustny, praca domowa, dyskusja, seminarium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi modelować przebieg procesów chemicznych i biochemicznych w reaktorach i bioreaktorach.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, egzamin ustny, praca domowa, dyskusja, seminarium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o, P7U\_U

**Charakterystyka U2:**

Potrafi nadzorować przebieg procesów przemysłowych z udziałem mikroorganizmów.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, egzamin ustny, praca domowa, dyskusja , seminarium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka KS1:**

Potrafi myśleć i działać samodzielnie.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, egzamin ustny, praca domowa, dyskusja, seminarium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KO, P6U\_K