Karta przedmiotu

Informacje ogólne o przedmiocie	
1. Kierunek studiów: Biotechnologia medyczna	**2. Poziom kształcenia:** studia pierwszego stopnia **3. Forma studiów:** stacjonarne
4. Rok: III	**5. Semestr:** VI
6. Nazwa modułu: Moduł biotechnologiczny **Nazwa przedmiotu:** Inżynieria bioprocesowa	
7. Status przedmiotu: obowiązkowy	
8. Jednostka realizująca przedmiot: Zakład Biotechnologii i Inżynierii Genetycznej	
9. Prowadzący przedmiot (imię, nazwisko, adres e-mail): Dr hab. Ilona Bednarek, dribednarek@sum.edu.pl	
10. Cel kształcenia: W zakresie wiedzy: poznanie możliwości wykorzystania technicznych i technologicznych aspektów biotechnologii, znajomość, umiejętność opisu i scharakteryzowania obszaru zastosowania podstawowych procesów jednostkowych stosowanych w przygotowaniu i prowadzeniu bioprocesu oraz wydzielaniu i oczyszczaniu bioproduktów. W zakresie umiejętności: zdobycie umiejętności przygotowania, prowadzenia oraz monitorowania i kontroli przebiegu bioprocesu. Nabycie umiejętności do pracy w obszarze problematyki inżynierii procesowej.	
11. Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji: Student powinien wykazywać zainteresowania techniczne, umiejętności analityczne oraz gruntowną wiedzę z zakresu matematyki, fizyki i biofizyki, chemii, analizy instrumentalnej, mikrobiologii oraz technologii biochemicznych. Powinien wykazywać się wiedzą oraz umiejętnościami praktycznymi dotyczącymi zasad przygotowania, prowadzenia i kontroli hodowli komórkowych, zarówno komórek eukariotycznych jak i drobnoustrojów. Niezbędna jest umiejętność wykonywania podstawowych obliczeń chemicznych i matematycznych oraz umiejętność posługiwania się wybranymi metodami chemicznej i analitycznej analizy bioproduktów. Powinien potrafić zarówno samodzielnie wykonać ćwiczenie na podstawie otrzymanej instrukcji jak i pracować w grupie.	

12. Efekty kształcenia

Numer efektu kształcenia	Efekty kształcenia Student, który zaliczył przedmiot:	Odniesienie do efektów kształcenia dla programu	Odniesienie do efektów kształcenia dla obszaru
01	Student potrafi opisywać i wyjaśniać rolę mikroorganizmów w bioprocesie, zna zasady prowadzenia bioprocesów oraz podobieństwa i różnice procesów chemicznego i biochemicznego otrzymywania produktów.	K1_W03 K1_W18 K1_W33 K1_W34 K1_W36 K1_W43	M1_W01 M1_W03 M1_W09 M1_W10
02	Potrafi scharakteryzować fazy wzrostu mikroorganizmów w hodowli oraz zna proste modele wzrostu drobnoustrojów w różnych warunkach. Wykazuje znajomość podstawowych parametrów fizyko-chemicznych oraz biochemicznych hodowli komórkowych. Sporządza wykresy i obliczenia dotyczące kinetyki wzrostu drobnoustrojów.	K1_W18 K1_W34 K1_W36 K1_U06 K1_U26	M1_W03 M1_W10 M1_U01 M1_U08
03	Student potrafi ocenić wpływ czynników środowiskowych na kondycję i produktywność mikroorganizmów oraz przebieg bioprocesu.	K1_W07 K1_W29 K1_U17	M1_W01 M1_W07 M1_U04

04	Posiada umiejętność projektowania, prowadzenia i analizowania procesów z udziałem mikroorganizmów, komórek roślinnych bądź enzymów, również immobilizowanych, w celu otrzymania konkretnego bioproduktu czy przeprowadzenia reakcji biotransformacji.	K1_W29 K1_W36 K1_W37 K1_W43 K1_W44 K1_U04 K1_U06 K1_U11 K1_U30 K1_U35 K1_U36 K1_U41 K1_K08 K1_K14	M1_W07 M1_W10 M1_U01 M1_U02 M1_U08 M1_U10 M1_K05 M1_K07
05	Wykazuje znajomość budowy i typów bioreaktorów oraz posiada umiejętność ich projektowania z uwzględnieniem wartości najważniejszych parametrów bioprocesu, rodzaju komórek i produktu końcowego.	K1_W44 K1_U06 K1_U12 K1_U36	M1_U01 M1_U02 M1_U10
06	Wykazuje znajomość technik i urządzeń wykorzystywanych na poszczególnych etapach prowadzenia procesu biotechnologicznego w skali laboratoryjnej i przemysłowej, z uwzględnieniem rodzaju produktu końcowego.	K1_U11 K1_U35 K1_K13	M1_U02 M1_U10 M1_K07
07	Student posiada umiejętność charakterystyki podstawowych dynamicznych operacji jednostkowych, takich jak przepływ płynów, opadanie cząstek ciał stałych w płynach, filtrację, mieszanie, aglomerację. Potrafi dobrać metodę wyznaczania wielkości cząstek zależnie od spodziewanego zakresu wielkości. Posiada umiejętność wyboru metody rozdziału zależnie od rodzaju mieszaniny. Rozumie podstawy fizyko-chemiczne tworzenia aerozoli, emulsji, zawiesin oraz procesów adsorpcyjnych wykorzystywanych w biotechnologii przemysłowej. Potrafi wykonywać proste obliczenia z zakresu poznanych operacji jednostkowych. Rozumie zasadę działania i możliwości wykorzystania cytometru przepływowego w biotechnologii medycznej.	K1_W42 K1_U26 K1_U27 K1_U31 K1_U32 K1_K01	M1_U08 M1_U09 M1_K01
08	Student potrafi gromadzić, analizować i interpretować otrzymane wyniki oraz przedstawiać je w formie ustnej i pisemnej. Potrafi samodzielnie wykonać ćwiczenie, wg załączonej instrukcji, jak również pracuje w zespole. Pracuje w sposób staranny i zapewniający bezpieczeństwo.	K1_W22 K1_U23 K1_U43 K1_U44 K1_U45 K1_K06 K1_K07 K1_K13 K1_K14	M1_W04 M1_U06 M1_U12 M1_K04 M1_K07

13. Formy zajęć w odniesieniu do efektów kształcenia

Numer efektu kształcenia	Forma zajęć dydaktycznych					
	wykład	seminarium	ćwiczenia laboratoryjne	ćwiczenia praktyczne	inne	e-learning
01	X	X	X			
02	X	X	X			

03	X	X	X			
04	X	X	X			
05	X	X				
06	X	X	X			
07	X	X				
08		X	X			

14. Treści programowe		
14.1. Forma zajęć: Wykłady		**Liczba godzin**
W1	Podstawy inżynierii bioreaktorów. Bilans cieplny hodowli bioreaktorowych	2
W2	Reologiczne aspekty bioprocesów	2
W3	Polisacharydy bakteryjne, a warunki reologiczne bioprocesu.	1
W4	Monitorowanie przebiegu hodowli komórkowych.	2
W5	Aerozole.	1
W6	Bioreaktory z unieruchomionym materiałem biologicznym. Sieciowanie i immobilizacja. Biofilmy.	2
W7	Inżynieria enzymowa.	2
W8	Bioremediacja.	2
W9	Nanotechnologie .	1
Łącznie		**15**
14.2. Forma zajęć: Seminaria		
S1	Warunki hodowli roślin *in vitro.* Zakładanie i prowadzenie hodowli roślin *in vitro*, rodzaje i skład pożywek, preparowanie eksplantantów, sterylizacja pożywki i eksplantantów, warunki hodowli, pasażowanie materiału	3
S2	Monitorowanie przebiegu hodowli komórkowych, zakończenie hodowli i określenie wydajności bioprocesu – czas generacji, czas podwojenia, hodowla okresowa i ciągła, parametry fizyko-chemiczne i biochemiczne hodowli, oznaczanie liczby, masy i żywotności komórek, sposoby odżywiania drobnoustrojów, zakażenia hodowli komórkowych, określanie wydajności bioprocesu	4
S3	Technologiczne podstawy hodowli drobnoustrojów w bioreaktorach – projektowanie bioreaktorów. Typy bioprocesów (synteza produktów, produkcja biomasy, biotransformacje). Budowa, podstawowe oprzyrządowanie, zastosowanie i typy bioreaktorów, materiały do wyrobu bioreaktorów.	3
S4	Technologiczne podstawy hodowli drobnoustrojów w bioreaktorach – kontrola procesów biotechnologicznych. Sterylizacja i mycie bioreaktorów, cechy standardowego bioreaktora, mieszanie w bioreaktorach (cel, ograniczenia, rodzaje mieszadeł), napowietrzanie (cel, sposoby), piana i jej zwalczanie (rozkład samorzutny, metody chemiczne, termiczne, mechaniczne)	3

S5	Metody dezintegracji komórek oraz separacji biomasy: filtracja plackowa (zasada działania, wady, zalety, zastosowanie); filtracja dynamiczna (zasada działania, rodzaje, zastosowanie); objętościowa (zasada działania, zastosowanie); flokulacja i sedymentacja; wirowanie; podział metod dezintegracji komórek; prasy wysokociśnieniowe (zasada działania, zastosowanie); dezintegratory ultradźwiękowe (zasada działania, wady i zalety); młyny perełkowe (zasada działania); wibratory wstrząsowe (zasada działania, zastosowanie); dezintegracja komórek metodami: biologicznymi (enzymatyczne, autoliza), fizycznymi (szok osmotyczny, zmiany temperatury), chemicznymi; zastosowanie niemechanicznych metod dezintegracji komórek.	2
S6	Wydzielanie i utrwalanie bioproduktów. Metody wyznaczania wielkości cząstek. Metody rozdzielania mieszanin: frakcjonowanie białek solami nieorganicznymi i rozpuszczalnikami organicznymi, filtracja membranowa, dializa, elektrodializa, flotacja, ekstrakcja, krystalizacja. Procesy suszenia i zagęszczania: liofilizacja, destylacja, wyparki, suszarki. Wyznaczanie wielkości cząstek (analiza sedymentacyjna: pipetowanie Andersena, waga sedymentacyjna, elutriacja, analiza sitowa).	2
S7	Zastosowanie cytometrii przepływowej w inżynierii bioprocesowej. Elementy budowy cytofluorymetru, zasada działania i funkcje części hydraulicznej, optycznej i elektronicznej, rodzaje stosowanych laserów i filtrów optycznych, zjawisko kompensacji, zasady analizy wykresów FACS, analiza fluorescencji, parametry SSC i FSC, sortowanie FACS, zastosowanie FACS.	3
S8	Układy rozproszone w inżynierii bioprocesowej – emulsje i zawiesiny. Zastosowanie i trwałość emulsji, proces emulgacji, rozwarstwienie emulsji, zawiesina, zawiesina koloidalna, układ koloidalny, rodzaje układów koloidalnych, faza ciągła i rozproszona układu koloidalnego, koloidy cząsteczkowe.	2
S9	Układy rozproszone w inżynierii bioprocesowej – aerozole i ich rozdzielanie. Definicja i rodzaje aerozoli, metody rozdzielania aerozoli: metody inercyjne, odpylanie mokre, filtracja aerozoli, odpylanie elektrostatyczne.	2
S10	Procesy aglomeracja cząstek i mieszania – podstawy teoretyczne, przebieg, zastosowanie. Zjawisko i korzyści z aglomeracji, granulacja, czynniki pomocnicze granulacji, typy granulacji, rodzaje granulatorów, aglomeracja przez prasowanie. Mieszanie ciał sypkich, mieszanie cieczy.	3
S11	Procesy adsorpcyjne – podstawy teoretyczne oraz praktyczne zastosowanie. Rozpylanie i rozpraszanie cieczy. Procesy adsorpcji i absorpcji, termodynamika procesu adsorpcji, rodzaje adsorpcji, równowaga adsorpcyjna, izotermy adsorpcji, rodzaje i właściwości adsorbentów.	3
Łącznie		**30**
14.3. Forma zajęć: Ćwiczenia		
C1	Monitorowanie hodowli zawiesinowej kalusa marchwi. Embriogeneza somatyczna. Tworzenie sztucznych nasion.	5
C2	Wzrost drobnoustrojów w hodowli okresowej. Przygotowanie komórek chemo- i elektrokompetentnych.	5

C3	Wykorzystanie genetycznie modyfikowanych mikroorganizmów w bioprocesach: otrzymywanie, izolacja i oczyszczanie termostabilnej polimerazy DNA z hodowli transformowanych komórek *Escherichia coli.*	5
Łącznie		**15**
Łączna liczba godzin z przedmiotu		**60**

15. Metody kształcenia	
15.1. Wykład	Wykład informacyjny, konwersatoryjny.
15.2. Seminarium	Prelekcja, pokaz, dyskusja problemowa, metody programowane z użyciem komputera.
15.3. Ćwiczenie	Ćwiczenia laboratoryjne, metody programowane z użyciem komputera.

16. Sposoby weryfikacji efektów kształcenia i sposoby oceny

Numer efektu kształcenia	Sposoby weryfikacji	Forma zaliczenia
01	Egzamin pisemny weryfikujący wiedzę i umiejętności. Ustna weryfikacja wiedzy studenta na początku ćwiczenia.	Udzielenie prawidłowych i wyczerpujących odpowiedzi na minimum 50% pytań w ramach zaliczenia ustnego i egzaminu.
02	Egzamin pisemny weryfikujący wiedzę i umiejętności. Kolokwium pisemne na początku ćwiczenia. Zaliczenie ćwiczenia laboratoryjnego na podstawie wykonania praktycznego i przygotowania sprawozdania.	Udzielenie prawidłowych i wyczerpujących odpowiedzi na minimum 50% pytań w ramach kolokwium i egzaminu. Prawidłowo przygotowane sprawozdanie z ćwiczeń praktycznych.
03	Egzamin pisemny weryfikujący wiedzę i umiejętności. Kolokwium pisemne w trakcie seminarium.	Udzielenie prawidłowych i wyczerpujących odpowiedzi na minimum 50% pytań w ramach kolokwium i egzaminu.
04	Egzamin pisemny weryfikujący wiedzę i umiejętności. Ustna weryfikacja wiedzy studenta na początku zajęć. Przeprowadzenie badań oraz prezentacja ich wyników w formie sprawozdania. Zaliczenie praktyczne ćwiczeń.	Udzielenie prawidłowych i wyczerpujących odpowiedzi na minimum 50% pytań w zaliczenia ustnego i egzaminu. Prawidłowo przygotowane sprawozdanie z ćwiczeń praktycznych.
05	Egzamin pisemny weryfikujący wiedzę i umiejętności. Kolokwium pisemne w trakcie seminarium.	Udzielenie prawidłowych i wyczerpujących odpowiedzi na minimum 50% pytań w ramach kolokwium i egzaminu.
06	Egzamin pisemny weryfikujący wiedzę i umiejętności. Ustna weryfikacja wiedzy studenta na początku zajęć.	Udzielenie prawidłowych i wyczerpujących odpowiedzi na minimum 50% pytań w ramach kolokwium i egzaminu.

07	Egzamin pisemny weryfikujący wiedzę i umiejętności. Kolokwium pisemne w trakcie seminarium.	Udzielenie prawidłowych i wyczerpujących odpowiedzi na minimum 50% pytań w ramach kolokwium i egzaminu.
08	Egzamin pisemny weryfikujący wiedzę i umiejętności. Przeprowadzenie badań i prezentacja ich wyników w formie sprawozdania.	Udzielenie prawidłowych odpowiedzi na minimum 50% pytań w ramach i egzaminu. Prawidłowo przygotowane sprawozdanie zawierające materiały i metody, wyniki oraz wnioski z przeprowadzonego ćwiczenia.

17. Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Przeciętna liczba godzin na zrealizowanie aktywności	
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim:	udział w wykładach	15
	udział w seminariach	30
	udział w ćwiczeniach	15
	obecność na egzaminie pisemnym	2
	konsultacje	3
	łącznie	**65**
Samodzielna praca studenta	przygotowanie do seminarium	30
	przygotowanie do ćwiczeń	8
	przygotowanie do kolokwium z seminariów	6
	przygotowanie do egzaminu z przedmiotu	15
	łącznie	**59**
Łącznie		**124**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu		**5**

18. Sumaryczne wskaźniki charakteryzujące przedmiot

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	2
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	2

19. Literatura

19.1. Podstawowa

1. Bałdyga J., Henczka M., Podgórska W. Obliczenia w inżynierii bioreaktorów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 1996.
2. Fiedurka J. Procesy jednostkowe w biotechnologii. Ćwiczenia. Wydawnictwo UMCS. Lublin 2000.
3. Fiedurka J. Podstawy wybranych procesów biotechnologicznych. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej. Lublin 2004.
4. Koch R., Noworyta A. Procesy mechaniczne w inżynierii chemicznej. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 1998.
5. Ledakowicz S. Inżynieria biochemiczna. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 2011.

19.2. Uzupełniająca

1. Libudzisz Z., Kowal K., Żakowska.: Mikrobiologia techniczna. Mikroorganizmy w biotechnologii, ochronie środowiska i produkcji żywności. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2008.
2. Libudzisz Z., Kowal K., Żakowska.: Mikrobiologia techniczna. Mikroorganizmy i środowisko ich występowania. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2008.
3. Paderewski M. Procesy adsorpcyjne w inżynierii chemicznej. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 1999.
4. Schlegel H.G. Mikrobiologia ogólna. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2005.
5. Szewczyk K.: Technologie biochemiczne. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 1997.
6. Woźny A., Przybył K.: Komórki roślinne w warunkach stresu. Komórki in vitro. Wydawnictwo Naukowe UAM. Poznań 2004.

20. Inne przydatne informacje o przedmiocie	
20.1. Liczebność grup	Grupa ćwiczeniowa – 10 osób Grupa seminaryjna – 20 osób
20.2. Materiały do zajęć	Wybrane materiały w formie elektronicznej umieszczane są na stronie internetowej Zakładu (poniżej).
20.3. Miejsce odbywania się zajęć	Wykłady: ustalane przez Dziekanat Ćwiczenia i seminaria: sala ćwiczeń Zakładu Biotechnologii i Inżynierii Genetycznej.
20.4. Miejsce i godzina konsultacji	Zakład Biotechnologii i Inżynierii Genetycznej. Godziny konsultacyjne ustalone przez studentów z prowadzącym zajęcia
20.5. Inne	Strona internetowa Zakładu: biotechnologia.sum.edu.pl (zakładka: studenci).

21. Formy oceny – szczegóły				
Efekt	Na ocenę 2	Na ocenę 3	Na ocenę 4	Na ocenę 5
Efekt 01	Student nie potrafi opisać lub błędnie charakteryzuje rolę mikroorganizmów w bioprocesie, typy i zasady prowadzenia bioprocesów. **lub/i** Nie jest obecny na wszystkich godzinach seminaryjnych.	Student jest obecny na wszystkich godzinach seminaryjnych. Potrafi ogólnie charakteryzować rolę mikroorganizmów w bioprocesie, zna 1 lub 2 z omawianych typów bioprocesów oraz wybrane zasady ich prowadzenia.	Student jest obecny na wszystkich godzinach seminaryjnych. Potrafi scharakteryzować rolę mikroorganizmów w bioprocesie, zna większość omawianych typów bioprocesów oraz zasad ich prowadzenia.	Student jest obecny na wszystkich godzinach seminaryjnych. Potrafi dokładnie scharakteryzować rolę mikroorganizmów w bioprocesie, zna wszystkie omawiane typy bioprocesów oraz szczegółowe zasady ich prowadzenia.
Efekt 02	Student nie zna specyfiki i modeli wzrostu drobnoustrojów w hodowli, nie potrafi monitorować wzrostu drobnoustrojów w hodowli, wykonać wykresu krzywej wzrostu oraz obliczeń dotyczących parametrów wzrostu. **i/lub** Nie przygotowuje sprawozdania bądź zawiera ono braki lub błędy istotnie wpływające na możliwość interpretacji wyników doświadczenia. **i/lub** Nie jest obecny na wszystkich godzinach ćwiczeniowych.	Student jest obecny na wszystkich godzinach ćwiczeniowych. Zna ogólną specyfikę i 1 lub 2 z omawianych modeli wzrostu drobnoustrojów w hodowli. Potrafi monitorować wzrost drobnoustrojów w hodowli, popełniając przy tym błędy wpływające na przebieg hodowli. Wykonuje wykres krzywej wzrostu oraz obliczenia dotyczące parametrów wzrostu, popełniając niewielkie błędy. Przygotowuje sprawozdanie z niewielką pomocą osób prowadzących zajęcia bądź przygotowane samodzielnie, zawiera braki lub błędy, które w znaczny sposób wpływają na możliwość interpretacji wyników doświadczenia.	Student jest obecny na wszystkich godzinach ćwiczeniowych. Zna specyfikę i przynajmniej 80% omawianych modeli wzrostu drobnoustrojów w hodowli. Potrafi monitorować wzrost drobnoustrojów w hodowli. Samodzielnie wykonuje wykres krzywej wzrostu oraz obliczenia dotyczące parametrów wzrostu. Samodzielnie przygotowuje sprawozdanie, które zawiera niewielkie braki lub błędy, które w nieznaczny sposób wpływają na możliwość interpretacji wyników doświadczenia.	Student jest obecny na wszystkich godzinach ćwiczeniowych. Dokładnie zna specyfikę i wszystkie omawiane modele wzrostu drobnoustrojów w hodowli. Samodzielnie potrafi monitorować wzrost drobnoustrojów w hodowli. Bezbłędnie i samodzielnie wykonuje wykres krzywej wzrostu oraz obliczenia dotyczące parametrów wzrostu. Samodzielnie przygotowuje sprawozdanie, rzetelnie podsumowujące przeprowadzone ćwiczenie.
Efekt 03	Student nie zna czynników wpływających na wzrost drobnoustrojów **i/lub** nie potrafi ocenić ich wpływu na wzrost	Student jest obecny na wszystkich godzinach seminaryjnych. Zna 2 lub 3 z omawianych czynników mogących modyfikować wzrost	Student jest obecny na wszystkich godzinach seminaryjnych. Zna przynajmniej 80% z omawianych czynników mogących modyfikować wzrost	Student jest obecny na wszystkich godzinach seminaryjnych. Zna wszystkie omawiane czynniki mogące modyfikować wzrost drobnoustrojów

	drobnoustrojów. **i/lub** Nie jest obecny na wszystkich godzinach seminaryjnych.	drobnoustrojów oraz potrafi ogólnie scharakteryzować ich wpływ na kondycję mikroorganizmów i wydajność bioprocesu, popełniając przy tym błędy nie zmieniające w istotny sposób omawianych treści programowych.	drobnoustrojów oraz potrafi scharakteryzować ich wpływ na kondycję mikroorganizmów i wydajność bioprocesu. Potrafi ogólnie przewidzieć wpływ zmiany parametrów hodowli na przebieg bioprocesu.	oraz potrafi dokładnie scharakteryzować ich wpływ na kondycję mikroorganizmów i wydajność bioprocesu. Posiada umiejętność prognozowania wpływu zmiany parametrów hodowli na przebieg bioprocesu.
Efekt 04	Student nie wykazuje znajomości szlaków metabolicznych prowadzących do syntezy wybranych bioproduktów. **i/lub** Nie potrafi projektować, przygotować, prowadzić i analizować bioprocesów. **i/lub** Nie przygotowuje sprawozdania bądź zawiera ono braki lub błędy istotnie wpływające na możliwość interpretacji wyników doświadczenia. **i/lub** Nie jest obecny na wszystkich godzinach ćwiczeniowych.	Student jest obecny na wszystkich godzinach ćwiczeniowych. Wykazuje znajomość kilku szlaków metabolicznych prowadzących do syntezy wybranych bioproduktów. Ma problemy w samodzielnym zaprojektowaniu, przygotowaniu, przeprowadzeniu i analizie procesu biotransformacji lub syntezy danego bioproduktu, wymagając przy tym pomocy osób prowadzących zajęcia. Popełnia błędy w znaczny sposób modyfikujące rezultat bioprocesu (np. kontaminacja hodowli). Przygotowuje sprawozdanie z niewielką pomocą osób prowadzących zajęcia bądź przygotowane samodzielnie, zawiera braki lub błędy, które w znaczny sposób wpływają na możliwość interpretacji wyników doświadczenia.	Student jest obecny na wszystkich godzinach ćwiczeniowych. Wykazuje znajomość przynajmniej 80% z omawianych szlaków metabolicznych prowadzących do syntezy wybranych bioproduktów. Potrafi z niewielką pomocą prowadzącego ćwiczenia zaprojektować, przygotować, przeprowadzić i zanalizować proces biotransformacji lub syntezy danego bioproduktu, bądź popełnia błędy w niewielki sposób modyfikujące rezultat bioprocesu. Samodzielnie przygotowuje sprawozdanie, które zawiera niewielkie braki lub błędy, które w nieznaczny sposób wpływają na możliwość interpretacji wyników doświadczenia.	Student jest obecny na wszystkich godzinach ćwiczeniowych. Wykazuje szczegółową znajomość wszystkich omawianych szlaków metabolicznych prowadzących do syntezy wybranych bioproduktów. Potrafi samodzielnie zaprojektować, przygotować, przeprowadzić i zanalizować proces biotransformacji lub syntezy danego bioproduktu. Samodzielnie przygotowuje sprawozdanie, rzetelnie podsumowujące przeprowadzone ćwiczenie.
Efekt 05	Student nie zna (bądź błędnie charakteryzuje)	Student jest obecny na wszystkich godzinach	Student jest obecny na wszystkich godzinach	Student jest obecny na wszystkich godzinach

	zastosowania i typów bioreaktorów, niezbędnych elementów jego oprzyrządowania, metod ich mycia i sterylizacji. **i/lub** Nie potrafi dobrać odpowiedniego typu bioreaktora do przeprowadzenia danego bioprocesu. **i/lub** Nie jest obecny na wszystkich godzinach seminaryjnych.	seminaryjnych. Zna zastosowanie i ogólny schemat budowy 2 lub 3 z omawianych typów bioreaktorów, wybrane elementy jego oprzyrządowania, 2 lub 3 metody ich mycia i sterylizacji. Ma problemy z samodzielnym doborem odpowiedniego typu bioreaktora do przeprowadzenia danego bioprocesu, wymagając przy tym pomocy osób prowadzących zajęcia.	seminaryjnych. Zna zastosowanie i szczegóły budowy minimum 80% z omawianych typów bioreaktorów, niezbędne elementy jego oprzyrządowania, metody ich mycia i sterylizacji. Z niewielką pomocą osób prowadzących zajęcia potrafi dobrać odpowiedni typ bioreaktora do przeprowadzenia danego bioprocesu.	seminaryjnych. Dokładnie zna zastosowanie i szczegóły budowy wszystkich omawianych typów bioreaktorów, niezbędne elementy jego oprzyrządowania, metody ich mycia i sterylizacji. Samodzielnie potrafi dobrać odpowiedni typ bioreaktora do przeprowadzenia danego bioprocesu.
Efekt 06	Student nie zna zastosowania lub/i nie potrafi korzystać z urządzeń i aparatury laboratoryjnej. **i/lub** Nie potrafi dobrać odpowiedniego urządzenia do wykonania danego procesu jednostkowego w czasie prowadzenia bioprocesu. **i/lub** Nie jest obecny na wszystkich godzinach ćwiczeniowych.	Student jest obecny na wszystkich godzinach ćwiczeniowych. Zna zasadę działania i zastosowanie urządzeń oraz aparatury laboratoryjnej. Potrafi z nich korzystać w sposób bezpieczny, zgodny z zasadami BHP. Potrafi ogólnie dobrać odpowiednie urządzenie do wykonania danego procesu jednostkowego w czasie prowadzenia bioprocesu, popełniając przy tym błędy mogące wpływać na jego przebieg oraz wyniki oznaczeń.	Student jest obecny na wszystkich godzinach ćwiczeniowych. Zna zasadę działania i zastosowanie urządzeń oraz aparatury laboratoryjnej. Potrafi z nich korzystać w sposób bezpieczny, zgodny z zasadami BHP. Wykazuje umiejętność doboru odpowiedniego urządzenia do wykonania danego procesu jednostkowego w czasie prowadzenia bioprocesu, popełniając przy tym niewielkie błędy.	Student jest obecny na wszystkich godzinach ćwiczeniowych. Doskonale zna budowę, zasadę działania i zastosowanie urządzeń oraz aparatury laboratoryjnej. Potrafi z nich korzystać w sposób bezpieczny, zgodny z zasadami BHP. Wykazuje umiejętność doboru odpowiedniego urządzenia do wykonania danego procesu jednostkowego w czasie prowadzenia bioprocesu.
Efekt 07	Student nie zna bądź błędnie charakteryzuje podstawowe operacje jednostkowe stosowane w inżynierii bioprocesowej. Nie zna możliwości ich zastosowania i nie rozumie ich fizykochemicznych podstaw.	Student jest obecny na wszystkich godzinach seminaryjnych. Zna i potrafi scharakteryzować przebieg i zastosowanie większości omawianych operacji jednostkowych stosowanych w inżynierii bioprocesowej	Student jest obecny na wszystkich godzinach seminaryjnych. Zna i potrafi scharakteryzować podstawy fizykochemiczne, przebieg i zastosowanie minimum 80% omawianych operacji jednostkowych	Student jest obecny na wszystkich godzinach seminaryjnych. Dokładnie zna i potrafi scharakteryzować podstawy fizykochemiczne, przebieg i zastosowanie wszystkich omawianych operacji jednostkowych stosowanych

	i/lub Nie potrafi wykonywać obliczeń z zakresu poznanych operacji jednostkowych. **i/lub** Nie zna zasady działania i zastosowania cytometru przepływowego. **i/lub** Nie jest obecny na wszystkich godzinach seminaryjnych.	oraz wykonuje obliczenia w ich zakresie, popełniając błędy mogące znacząco wpływać na wyniki oznaczeń. Zna ogólną budowę oraz możliwości wykorzystania cytometru przepływowego w biotechnologii medycznej.	stosowanych w inżynierii bioprocesowej oraz samodzielnie wykonuje obliczenia w ich zakresie, popełniając niewielkie błędy. Zna ogólną budowę, zasadę działania oraz możliwości wykorzystania cytometru przepływowego w biotechnologii medycznej.	w inżynierii bioprocesowej oraz samodzielnie wykonuje obliczenia w ich zakresie. Zna budowę, zasadę działania oraz możliwości wykorzystania cytometru przepływowego w biotechnologii medycznej.
Efekt 08	Student nie potrafi samodzielnie wykonać ćwiczenia wg załączonej instrukcji. **i/lub** Pracuje w sposób nieodpowiedzialny, niestaranny, stwarzający zagrożenie dla jego samego oraz osób znajdujących się w jego otoczeniu. **i/lub** Nie uczestniczy w działaniach grupy wykonującej zadanie. **i/lub** Nie potrafi gromadzić i interpretować wyników przeprowadzonych badań. **i/lub** Nie przygotowuje sprawozdań z przeprowadzonych ćwiczeń laboratoryjnych. **i/lub** Nie jest obecny na wszystkich godzinach seminaryjnych i ćwiczeniowych.	Student jest obecny na wszystkich godzinach seminaryjnych i ćwiczeniowych. Z niewielką pomocą prowadzącego zajęcia potrafi wykonać ćwiczenie wg załączonej instrukcji, pracując przy tym w sposób staranny, zgodny z zasadami BHP. Popełnia błędy mogące w znacznym stopniu wpływać na wynik prowadzonych badań. Potrafi pracować w grupie. Gromadzi i interpretuje wyniki prowadzonych badań i samodzielnie przygotowuje wszystkie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych. Sprawozdania zawierają jednak braki lub błędy, które w znaczny sposób wpływają na możliwość interpretacji wyników doświadczenia.	Student jest obecny na wszystkich godzinach seminaryjnych i ćwiczeniowych. Samodzielnie wykonuje ćwiczenie wg załączonej instrukcji, pracując przy tym w sposób staranny, zgodny z zasadami BHP. Popełnia błędy mogące w nieznacznym stopniu wpływać na wynik prowadzonych badań. Potrafi uczestniczyć w działaniach zespołu wykonującego zadanie. Gromadzi i interpretuje wyniki prowadzonych badań i samodzielnie przygotowuje wszystkie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.	Student jest obecny na wszystkich godzinach seminaryjnych i ćwiczeniowych. Samodzielnie wykonuje ćwiczenie wg załączonej instrukcji, pracując przy tym w sposób staranny, zgodny z zasadami BHP. Potrafi uczestniczyć w działaniach zespołu wykonującego zadanie i potrafi rozwiązywać problemy związane z jego wykonywaniem. Rzetelnie gromadzi i interpretuje wyniki przeprowadzonych badań oraz samodzielnie przygotowuje wszystkie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.