

Informacje podstawowe

Nazwa przedmiotu	Biologia molekularna
Prowadzący	prof. dr hab. Justyna Nowakowska - koordynator, dr Monika Fajfer-Jakubek, dr Paweł Rusin - prowadzący
Wydział	Wydział Biologii i Nauk o Środowisku
Kierunek	Biologia
Poziom studiów	I stopień
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Forma studiów	Stacjonarne
Moduł specjalnościowy/ścieżka	Nie dotyczy
Dyscyplina naukowa	Nauki biologiczne
Przedmiot obowiązuje od	2022/2023
Rok studiów	III
Semestr	V
Język wykładowy	Polski
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Odniesienie do efektów kierunkowych	Wykład: BI1_W03, BI1_W06, BI1_W07 Laboratoria: BI1_U01, BI1_U09, BI1_K01, BI1_K03
Rodzaj zajęć	Wykład, laboratoria
Liczba godzin	Wykład: 30 Laboratoria: 45
Liczba ECTS	Wykład: 2 Laboratoria: 4
Wymagania wstępne	Informacje z zakresu biologii, zaliczone zajęcia z Genetyki.
Opis i cele przedmiotu	W ramach wykładów omawiane są zagadnienia dotyczące struktury i regulacji funkcjonowania cząsteczek DNA, RNA w genomach jądrowym, mitochondrialnym i chloroplastowym, oraz struktury i funkcji białek na poziomie komórkowym. Omawiane są struktury genów (sekwencjonowanie NGS), ekspresji genów (real-time PCR, mikromacierze), oraz ich polimorfizmu (RAPD, RFLP, AFLP, SSR i SNP). Tworzenie konstruktów genowych za pomocą inżynierii genetycznej (klonowanie w plazmidach, ekspresja przejściowa i stała genu). Tworzenie GMM, GMO oraz nowoczesne metody edycji genomu CRISPR-Cas. W trakcie ćwiczeń laboratoryjnych studenci analizują dane biologii molekularnej obejmujące sekwencje DNA uzyskane metodą Sangera, które poddają weryfikacji, składaniu i identyfikacji polimorfizmów oraz potencjalnych błędów

	sekwencjonowania. Wykorzystują przy tym zasoby i narzędzia dostępne w bazach danych NCBI, w tym GenBank oraz BLAST, ucząc się wyszukiwania, interpretacji i krytycznej oceny informacji molekularnych. Zajęcia mają na celu rozwinięcie umiejętności logicznego analizowania materiału biologicznego, krytycznej oceny jakości sekwencji oraz prawidłowego wnioskowania na podstawie wyników bioinformatycznych. W ramach ćwiczeń studenci obliczają parametry różnorodności genetycznej, takie jak dystans genetyczny i zmienność sekwencji, rozpoznają cechy funkcjonalne białek oraz uczą się interpretacji wyników w kontekście biologicznym W trakcie ćwiczeń laboratoryjnych studenci zdobywają praktyczne umiejętności z zakresu podstawowych i zaawansowanych technik biologii molekularnej. Zajęcia obejmują izolację DNA i RNA, analizę jakości materiału genetycznego, przygotowanie i przeprowadzenie reakcji PCR, elektroforezę w żelu agarozowym i poliakryloamidowym oraz analizę wyników amplifikacji metodą Real-Time PCR. Studenci uczą się planowania doświadczeń molekularnych, doboru odpowiednich starterów oraz interpretacji wyników eksperymentów w kontekście biologicznym. Szczególny nacisk kładziony jest na prawidłową organizację pracy laboratoryjnej, przestrzeganie zasad bezpieczeństwa (BHP), rzetelne prowadzenie dokumentacji oraz odpowiedzialność za powierzony materiał biologiczny i sprzęt laboratoryjny. Celem części laboratoryjnej jest rozwinięcie praktycznych kompetencji eksperymentalnych, umożliwiających samodzielne wykonywanie podstawowych analiz molekularnych oraz krytyczną interpretację uzyskanych wyników.
--	--

Treści programowe

Wykład

	Temat/blok zajęć:	Liczba godzin
1.	W1. Podstawy biologii molekularnej organizmów żywych	2
2.	W2. Polimorfizm genetyczny - geneza i mechanizmy dziedziczenia	2
3.	W3. Mechanizmy replikacji i naprawy DNA	2
4.	W4. Markery DNA jądrowego i organellowego	2
5.	W5. Markery białkowe w analizie polimorfizmu	2
6.	W6. Molekularna regulacja metabolizmu i detekcja metabolitów wtórnych	2

7.	W7. Metagenomika – analiza polimorfizmu i ekspresji genów w mikromacierzach	2
8.	W8. Sekwencjonowanie genomów, od podstaw do technik NGS	2
9.	W9/10/11. Inżynieria genetyczna – konstrukty genowe, klonowanie, CRISPR-Cas	6
10.	W12. Nutrigenomika	2
11.	W13. Wstęp do genetyki sądowej	2
12.	W14/15. Diagnostyka molekularna wczoraj i dziś	4
	Łącznie godzin:	30

Laboratoria

	Temat/blok zajęć: Laboratoria	Liczba godzin
1.	CL1. Zasady BHP. Podstawy izolacji DNA i RNA	4
2.	CL2-3. Część I. Przygotowanie prób do sekwencjonowania. Odczyt przykładowych sekwencji	5
3.	CL4. Część I. Składanie sekwencji DNA. Rozpoznawanie polimorficznych fragmentów sekwencji, obliczanie dystansu genetycznego. Praca z bazami danych (np. GenBank)	5
4.	CL5. Część I. Interpretacja sekwencji białkowych i identyfikacja prawidłowej ramki odczytu. (Kolokwium zaliczeniowe)	5
2.	CL6-7. Część II. Izolacja plazmidowego DNA	4
3.	CL8. Część II. Łańcuchowa reakcja polimerazy (PCR)	5
4.	CL9-10. Część II. Elektroforeza DNA w żelu agarozowym	4
5.	CL11-12. Część II. Wpływ różnych czynników na szybkość reakcji PCR. Projektowanie starterów	3
6.	CL13-14. Część II. Zapoznanie z techniką Real-time PCR	5
7.	CL15. Część II. Elektroforeza na żelu poliakryloamidowym. (Kolokwium zaliczeniowe)	5
	Łącznie godzin:	45

Opis przedmiotowych efektów uczenia się i sposoby ich weryfikacji

Symbol efektu	<u>Kierunkowe</u> efekty uczenia się (zgodne z programem na BIPUKSW) <i>Absolwent...</i> <i>(zna i rozumie/potrafi/jest gotów)</i>	<u>Opis przedmiotowych</u> efektów uczenia się <i>Student...</i> <i>(wyłącznie czasownikami operacyjnymi - czynności, które da się zweryfikować, mierzalne; w nawiasie należy podać numery tematów zajęć, które realizują dany efekt)</i> <i>Student...</i>	Sposoby weryfikacji efektów uczenia się <i>(np.: kolokwium pisemne, egzamin ustny, egzamin pisemny, sprawozdanie, prezentacja na zajęciach, raport, projekt indywidualny, grupowy..)</i>
BI1_W03	Absolwent zna i rozumie problematykę z różnych działów biologii oraz z zakresu matematyki, fizyki i chemii niezbędną dla zrozumienia podstawowych zjawisk i procesów przyrodniczych	1. Student charakteryzuje strukturę i funkcje DNA, RNA i białek w aspekcie polimorfizmu genetycznego podstawowych zjawisk i procesów (W1, W2) 2. Student definiuje mechanizmy replikacji DNA u eukariontów (W3)	egzamin i częściowe kolokwia pisemne
BI1_W06	Absolwent zna i rozumie związki między osiągnięciami biologii a możliwościami ich wykorzystania w życiu społeczno-gospodarczym z uwzględnieniem zrównoważonego użytkowania różnorodności biologicznej	1. Student opisuje organizację genomów: jądrowego i organellowego, oraz zastosowanie białek w aspekcie diagnostyki molekularnej organizmów (W4, W5) 2. Student definiuje molekularną regulację metabolizmu i detekcję metabolitów wtórnych (W6) 3. Student jest świadomy podstaw diagnostyki molekularnej (W13-W14, W14-15)	egzamin i częściowe kolokwia pisemne

BI1_W07	Absolwent zna i rozumie fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji, podstawowe ekonomiczne, prawne, etyczne i inne uwarunkowania różnych rodzajów działalności zawodowej związanej z nadaną kwalifikacją, podstawowe pojęcia i zasady prawa autorskiego oraz zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości wykorzystującej wiedzę z zakresu biologii i powiązanych nauk	1. Student definiuje metody ekspresji genów w metagenomice i sekwencjonowaniu NGS (W7, W8, W11) 2. Student objaśnia podstawy współczesnej inżynierii genetycznej, tj. konstrukty genowe, klonowanie i CRISPR-Cas (W9-10, W15) 3. Student wymienia podstawowe zagadnienia molekularne w nutrigenomice (W12). 4. Student streszcza praktyczny wymiar badań DNA, RNA i białek w genetyce sądowej (W13, W14-15)	egzamin i częściowe kolokwia pisemne
BI1_U01	Absolwent potrafi zastosować podstawowe techniki i narzędzia badawcze biologii, przeprowadzać obserwacje oraz wykonać w terenie lub laboratorium pomiary fizyczne, biologiczne i chemiczne	1. Student analizuje i interpretuje chromatogramy, oceniając jakość odczytu sekwencji DNA oraz identyfikując miejsca wymagające korekty (CA1) 2. Student składa sekwencje DNA z plików surowych, rozpoznaje polimorficzne fragmenty oraz oblicza dystans genetyczny, a także wyszukuje i porównuje sekwencje w bazach danych NCBI, w tym GenBank i BLAST, formułując poprawne wnioski (CL2) 3. Student wyznacza prawidłową ramkę odczytu, dokonuje translacji sekwencji DNA do postaci aminokwasowej oraz interpretuje konsekwencje funkcjonalne zmian w sekwencji białkowej wynikających z mutacji (CL3)	kolokwia, sprawozdania
BI01_U09	Absolwent potrafi planować i organizować pracę indywidualną oraz współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role, a także wykonać zlecone zadania badawcze	Student: 1. organizuje własną pracę analityczną podczas ćwiczeń audytoryjnych, współdziała z innymi osobami w rozwiązywaniu problemów związanych ze składaniem sekwencji i analizą danych oraz wykonuje powierzone zadania	kolokwia, sprawozdania

		bioinformatyczne zgodnie z ustalonym podziałem ról (CL1-CA3) - izoluje DNA i RNA zgodnie z procedurą laboratoryjną oraz ocenia jakość uzyskanego materiału (CL1, CL2); - przygotowuje mieszaninę reakcyjną PCR, dobiera startery i przeprowadza reakcję amplifikacji DNA (CL3, CL5); - wykonuje rozdział produktów PCR metodą elektroforezy w żelu agarozowym i poliakryloamidowym oraz interpretuje uzyskane wyniki (CL4, CL7); - analizuje krzywe amplifikacji w technice Real-Time PCR i interpretuje poziom ekspresji genu (CL1-CL15).	
BIO1_K01	Absolwent jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych z zakresu biologii	Student ocenia jakość własnych wyników analitycznych, weryfikuje poprawność uzyskanych sekwencji i porównań z bazą GenBank oraz uzasadnia swoje wnioski w oparciu o swoją wiedzę (CL1-CL3)	kolokwia, sprawozdania
BIO1_K03	Absolwent jest gotów do dbałości o dorobek i tradycje zawodu, jest odpowiedzialny za bezpieczeństwo pracy własnej i innych	Student: - przestrzega zasad odpowiedzialnej pracy z danymi biologicznymi, dba o rzetelność dokumentacji analitycznej, korzysta z narzędzi bioinformatycznych w sposób zgodny z dobrymi praktykami oraz wykazuje troskę o poprawność i bezpieczeństwo wykonywanych zadań w środowisku pracy komputerowej (CL1-CL3); - przestrzega zasad BHP oraz prawidłowo organizuje stanowisko pracy laboratoryjnej (CL1-CL15); - dba o bezpieczeństwo własne i innych podczas pracy z materiałem biologicznym i	kolokwia, sprawozdania

		odczynnikami chemicznymi (CL1–CL15); 4. prowadzi dokumentację laboratoryjną zgodnie z zasadami rzetelności naukowej (CL2–CL15); 5. współpracuje w zespole laboratoryjnym, przyjmując odpowiedzialność za powierzone zadania eksperymentalne (CL3–CL15).	
--	--	---	--

Metody dydaktyczne

(dostosowane do przedmiotowych efektów uczenia się)

Wykład kierunkowy oparty na prezentacjach multimedialnych (Power Point, Filmy edukacyjne, symulacje komputerowe), które ilustrują problematykę współczesnej biologii molekularnej na podstawie ciekawych doniesień naukowych z bieżących publikacji i konferencji naukowych. Pomoce dydaktyczne: projektor, specjalistyczne oprogramowanie, pakiet Office.

Ćwiczenia laboratoryjne, cz1. prowadzone są w sali komputerowej z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych, projektora oraz stanowisk komputerowych wyposażonych w oprogramowanie do analizy sekwencji i dostęp do baz danych NCBI, w tym GenBank i BLAST. Prowadzący demonstruje wybrane techniki bioinformatyczne, po czym studenci samodzielnie wykonują zadania związane z analizą chromatogramów, składaniem sekwencji, rozpoznawaniem polimorfizmów, obliczaniem parametrów genetycznych oraz translacją sekwencji. Metody pracy obejmują krótkie omówienia problemowe, pracę indywidualną i w parach, interpretację wyników oraz bieżące konsultacje merytoryczne wspierające rozwój umiejętności analitycznych. Pomoce dydaktyczne: projektor, specjalistyczne oprogramowanie, pakiet Office.

Laboratoria cz.2. prowadzone są w laboratorium biologii molekularnej w formie praktycznych zajęć eksperymentalnych. Studenci samodzielnie wykonują izolację DNA i RNA, przygotowują reakcje PCR, przeprowadzają elektroforezę w żelu agarozowym i poliakrylamidowym oraz analizują wyniki amplifikacji w technice Real-Time PCR.

Metody pracy obejmują:

- instruktaż stanowiskowy,
- demonstrację technik laboratoryjnych,
- samodzielne wykonywanie procedur według protokołów,
- analizę i interpretację wyników,
- pracę w zespołach laboratoryjnych.

Narzędzia dydaktyczne:

- mikropipety automatyczne, wirówki laboratoryjne, termocykler PCR, Real-Time PCR, komory elektroforetyczne, transiluminator UV, spektrofotometr,
- zestawy do izolacji DNA/RNA,
- odczynniki enzymatyczne, markery masy cząsteczkowej,

– instrukcje laboratoryjne i protokoły eksperymentalne,
– platforma Teams do przekazywania materiałów i raportów.
Udział w konsultacjach w języku angielskim dla studentów realizujących program w ofercie Erasmus+ (dotyczy ćwiczeń)

Opis nakładu pracy studenta w ECTS

Wykład

Kontakt z prowadzącym	Aktywność	Liczba godzin	Razem liczba godzin / ECTS
bezpośredni	udział w zajęciach	30	32/1,28
	udział w zaliczeniach poza zajęciami	2	
	udział w konsultacjach		
praca własna	przygotowanie do zajęć (czytanie, praca pisemna, tłumaczenie, ...)	3	18/0,72
	przygotowanie do zaliczenia (np. czytanie, prezentacja, projekt, ...)	15	

Opis nakładu pracy studenta w ECTS

Laboratoria

Kontakt z prowadzącym	Aktywność	Liczba godzin	Razem liczba godzin / ECTS
bezpośredni	udział w zajęciach	45	45/1,8
	udział w zaliczeniach poza zajęciami		
	udział w konsultacjach		
praca własna	przygotowanie do zajęć (czytanie, praca pisemna, tłumaczenie, ...)	25	55/2,2
	przygotowanie do zaliczenia (np. czytanie, prezentacja, projekt, ...)	30	

Opis nakładu pracy studenta w ECTS w ramach programu Erasmus+

Laboratoria (dodatkowo 2 ECTS)

Kontakt z prowadzącym	Aktywność	Liczba godzin	Razem liczba godzin / ECTS
bezpośredni	udział w zajęciach	45	50/2
	udział w zaliczeniach poza zajęciami		

	udział w konsultacjach w języku angielskim	5	
praca własna	przygotowanie do zajęć (czytanie, praca pisemna, tłumaczenie, ...)	25	75/3
	przygotowanie do zaliczenia (np. czytanie, prezentacja, projekt, ...)	30	
	samodzielne tłumaczenie materiałów na język ojczysty	20	

Kryteria oceny końcowej

(Opis składowych oceny końcowej zajęć, rozkład procentowy lub punktowy, informacja o dopuszczalnej liczbie nieobecności, inne kryteria)

Wykład:

- 2 kolokwia pisemne: test wielokrotnego wyboru, pytania typu „prawda/fałsz”
- egzamin pisemny: pytania otwarte, pytania typu „prawda/fałsz”
- student może uczestniczyć w konsultacjach przed egzaminem.

Warunkiem podejścia do kolokwium jest obecność na zajęciach, dopuszczone są dwie nieobecności nieusprawiedliwione. Jeśli student pozytywnie zaliczył kolokwia częściowe, mogą one być podstawą do wyliczenia średniej końcowej z Przedmiotu. Warunkiem podejścia do egzaminu jest pozytywne zaliczenie ćwiczeń.

Punktacja na kolokwium:

- 90 - 100% - 5
- 85 - 89% - 4,5
- 75 - 84% - 4
- 65 - 74% - 3,5
- 57 - 64% - 3
- mniej niż 57% - 2

Punktacja egzaminu:

- 94 - 100% - 5
- 88 - 93% - 4,5
- 80 - 87% - 4
- 70 - 79% - 3,5
- 60 - 69% - 3
- mniej niż 59% - 2

Laboratoria:

Warunkiem zaliczenia jest:

- obecność na ćwiczeniach obowiązkowa,
- wykonanie wszystkich ćwiczeń,
- oddanie sprawozdań w wyznaczonym terminie (sprawozdania nie są oceniane, z wyjątkiem informacji zwrotnej od prowadzących)

Kolokwium praktyczne

Warunkiem zaliczenia jest:

- obecność na wszystkich zajęciach (każda nieobecność musi być odrobiona)
- wykonanie wszystkich zadań,
- uzyskanie pozytywnej oceny z kolokwium praktycznego.

Punktacja kolokwium:

94 - 100% - 5

88 - 93% - 4,5

80 - 87% - 4

70 - 79% - 3,5

60 - 69% - 3

mniej niż 59% - 2

Efekty uczenia się w zakresie wiedzy

3,0 - Student w bardzo ograniczonym stopniu: przedstawia strukturę i funkcje DNA, RNA i białek w aspekcie polimorfizmu genetycznego podstawowych zjawisk i procesów, definiuje mechanizmy replikacji DNA u eukariontów, opisuje organizację genomów: jądrowego i organellowego, oraz zastosowanie białek w aspekcie diagnostyki molekularnej organizmów, definiuje molekularną regulację metabolizmu i detekcję metabolitów wtórnych, jest świadomy podstaw diagnostyki molekularnej, definiuje metody ekspresji genów w metagenomice i sekwencjonowaniu NGS, objaśnia podstawy współczesnej inżynierii genetycznej, tj. konstrukty genowe, klonowanie i CRISPR-Cas, wymienia podstawowe zagadnienia molekularne w nutrigenomice oraz streszcza praktyczny wymiar badań DNA, RNA i białek w genetyce sądowej.

4,0 - Student na dobrym poziomie: przedstawia strukturę i funkcje DNA, RNA i białek w aspekcie polimorfizmu genetycznego podstawowych zjawisk i procesów, definiuje mechanizmy replikacji DNA u eukariontów, opisuje organizację genomów: jądrowego i organellowego, oraz zastosowanie białek w aspekcie diagnostyki molekularnej organizmów, definiuje molekularną regulację metabolizmu i detekcję metabolitów wtórnych, jest świadomy podstaw diagnostyki molekularnej, definiuje metody ekspresji genów w metagenomice i sekwencjonowaniu NGS, objaśnia podstawy współczesnej inżynierii genetycznej, tj. konstrukty genowe, klonowanie i CRISPR-Cas, wymienia podstawowe zagadnienia molekularne w nutrigenomice oraz streszcza praktyczny wymiar badań DNA, RNA i białek w genetyce sądowej.

5,0 - Student bardzo dobrze: przedstawia strukturę i funkcje DNA, RNA i białek w aspekcie polimorfizmu genetycznego podstawowych zjawisk i procesów, definiuje mechanizmy replikacji DNA u eukariontów, opisuje organizację genomów: jądrowego i organellowego, oraz zastosowanie białek w aspekcie diagnostyki molekularnej organizmów, definiuje molekularną regulację metabolizmu i detekcję metabolitów wtórnych, jest świadomy podstaw diagnostyki molekularnej, definiuje metody ekspresji genów w metagenomice i sekwencjonowaniu NGS, objaśnia podstawy współczesnej inżynierii genetycznej, tj. konstrukty genowe, klonowanie i CRISPR-Cas, wymienia podstawowe zagadnienia molekularne w nutrigenomice oraz streszcza praktyczny wymiar badań DNA, RNA i białek w genetyce sądowej.

Brana jest pod uwagę średnia dla efektów przedmiotowych w zakresie wiedzy.

Efekty uczenia się w zakresie umiejętności

3,0 - Student wykonuje analizę sekwencji DNA na poziomie podstawowym, potrafiąc odczytać chromatogramy, złożyć krótkie sekwencje oraz przeprowadzić proste

wyszukiwania w bazach GenBank i BLAST, jednak jego interpretacja wyników jest fragmentaryczna i wymaga częstych wskazówek. Rozpoznaje podstawowe polimorfizmy, lecz ma trudności z ich poprawnym uzasadnieniem. Translacja sekwencji i określanie ramki odczytu wykonywane są poprawnie, ale bez pełnego zrozumienia konsekwencji biologicznych.

4,0 - Student samodzielnie przeprowadza większość analiz sekwencji, prawidłowo odczytuje chromatogramy, składa sekwencje, identyfikuje polimorfizmy i oblicza dystans genetyczny. Sprawnie korzysta z baz NCBI, poprawnie interpretuje wyniki wyszukiwań BLAST i umie powiązać je z analizowanym materiałem. Potrafi wyznaczyć właściwą ramkę odczytu, przeprowadzić translację i wskazać biologiczne konsekwencje zmian w sekwencji aminokwasowej.

5,0 - Student bardzo dobrze i w pełni samodzielnie wykonuje zaawansowane analizy sekwencji, precyzyjnie interpretuje chromatogramy, rozpoznaje subtelne polimorfizmy, oblicza parametry różnorodności genetycznej i poprawnie analizuje wyniki w kontekście biologicznym. Wyszukiwania w bazach NCBI wykonuje szybko i trafnie, prezentując pełną interpretację porównawczą. Potrafi wyznaczyć i uzasadnić prawidłową ramkę odczytu, przeanalizować zmiany aminokwasowe i przedstawić ich potencjalne skutki funkcjonalne.

Brana jest pod uwagę średnia dla efektów przedmiotowych w zakresie umiejętności.

Efekty uczenia się w zakresie kompetencji

3,0 - Student uczestniczy w pracy zespołowej w sposób podstawowy, wykonując przydzielone zadania, lecz rzadko inicjuje działania lub wnosi dodatkowe propozycje interpretacyjne. W sytuacjach wymagających krytycznej oceny wyników korzysta głównie ze wskazówek prowadzącego i nie zawsze potrafi uzasadnić swoje decyzje analityczne. Jego dokumentacja pracy jest poprawna, lecz nie w pełni konsekwentna.

4,0 - Student aktywnie współpracuje z innymi osobami podczas analiz sekwencji, dzieli się obserwacjami i konstruktywnie uczestniczy w dyskusjach dotyczących wyników. Potrafi krytycznie oceniać własne dane, wskazywać możliwe błędy i proponować rozwiązania. Samodzielnie organizuje swoją pracę, dbając o rzetelność i poprawność dokumentacji analitycznej.

5,0 - Student bardzo dobrze współpracuje w zespole, inicjuje działania analityczne i wspiera pozostałych uczestników zajęć w rozwiązywaniu problemów bioinformatycznych. Wykazuje wysoki poziom odpowiedzialności naukowej, konsekwentnie dba o jakość analiz i klarowność dokumentacji, a także prezentuje dojrzałą postawę w zakresie krytycznej oceny danych. W jego pracy widoczne jest świadome i etyczne podejście do przetwarzania danych biologicznych.

Brana jest pod uwagę średnia dla efektów przedmiotowych w zakresie kompetencji.

Ocena połówkowa 3,5 jest wystawiana w przypadku pełnego zaliczenia efektów uczenia się na ocenę 3.0, ale student nie przyswoił w pełni efektów uczenia się na ocenę 4.0.

Ocena połówkowa 4,5 jest wystawiana w przypadku pełnego zaliczenia efektów uczenia się na ocenę 4.0, ale student nie przyswoił w pełni efektów uczenia się na ocenę 5.0.

Literatura obowiązkowa

1.	Biologia molekularna – Krótkie wykłady. P.C. Turner i in., PWN 2012.
----	--

2.	Biotechnologia molekularna. J. Buchowicz, PWN 2009.
3.	Genomy. T.A. Brown, PWN 2025.
4.	Techniki laboratoryjne w biologii molekularnej. A. Lewandowska Ronnegren, MedFarm, Wrocław 2018.

Literatura uzupełniająca

1.	Analiza DNA, Teoria i Praktyka. Praca zbiorowa pod redakcją Ryszarda Słomskiego. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu 2008.
2.	Od Sangera do sekwencjonowania genomów – przegląd technologii sekwencjonowania DNA. Postępy Biochemii 70(2) 2024.
3.	Nowakowska J.A., Malewski T., Tereba A., Oszaiko T. 2017. Rapid diagnosis of pathogenic Phytophthora species in soil by real-time PCR. Forest Pathology 21(1), 1-4.
4.	Fajfer-Jakubek M., Sikora B. 2025. Population Structure and Climate Effects on <i>Geckobia</i> Infestation in <i>Ptyodactylus</i> Geckos from Israel and West Bank, with Descriptions of <i>G. parva</i> sp. nov. and <i>G. inermis</i> sp. Nov. <i>Animals</i> 15(23), 3461.

* lista rodzajów zajęć

- ćwiczenia (audytoryjne, translatoryjne, terenowe, warsztatowe, projektowe)
- ćwiczenia laboratoryjne, komputerowe
- lektorat języka obcego nowożytnego/starożytnego
- wykład kierunkowy
- wykład monograficzny lub konwersatorium monograficzne
- seminarium dyplomowe
(sem. magisterskie, licencjackie lub inżynierskie, na którym student pod kierunkiem opiekuna pracy przygotowuje pracę dyplomową, wykorzystując metody adekwatne do realizowanej tematyki badawczej)
- pracownia dyplomowa (programistyczna, chemiczna, fizyczna, biologiczna, inżynierska)
(zajęcia laboratoryjne, na których student pod kierunkiem opiekuna pracy przygotowuje pracę dyplomową wykorzystując metody adekwatne do realizowanej tematyki badawczej)