

## TREŚCI KSZTAŁCENIA

**Kierunek studiów:** biotechnologia

**Poziom studiów:** studia drugiego stopnia

**Profil kształcenia:** ogólnoakademicki

**Forma studiów:** stacjonarne

**Wymiar kształcenia:** 3 semestry

**Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów:** 90 punktów ECTS

**Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:** magister inżynier

## CHARAKTERYSTYKA TREŚCI KSZTAŁCENIA – GRUPY TREŚCI

### I. WYMAGANIA OGÓLNE

#### 1. Bioetyka

*Cel kształcenia:* poznanie uwarunkowań wybranych problemów bioetycznych oraz specyfiki zagadnień bioetycznych.

*Treści merytoryczne:* teoretyczne podstawy bioetyki; wybrane zagadnienia bioetyki; etyka ochrony zwierząt; etyczne implikacje rozwoju biotechnologii i medycyny; współczesne problemy globalne w perspektywie etyki.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* główne problemy bioetyki, złożoność i multidyscyplinarność problemów bioetycznych; uwarunkowania moralne, religijne i społeczne wybranych problemów bioetycznych.

*Umiejętności (potrafi):* rozpoznać i ocenić etyczne aspekty rozwoju biotechnologii i medycyny oraz wynikające z nich korzyści i zagrożenia; odwołać się do myślenia systemowego i holistycznego, niezbędnego w bioetyce; rozpoznawać i identyfikować najistotniejsze elementy własnego systemu wartości i norm moralnych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* przyjmowania podstaw, które chronią ludzką godność i tożsamość w kontekście zastosowań biotechnologii i medycyny; angażowania się w działania sprzyjające ochronie zwierząt i środowiska naturalnego.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady.

#### 2. Konwersatorium w języku angielskim

*Cel kształcenia:* podniesienie umiejętności używania języka angielskiego do prezentacji wyników badań z zakresu biotechnologii.

*Treści merytoryczne:* czytanie/tłumaczenie oryginalnych publikacji naukowych i przeglądowych; omawianie wyników badań związanych z biotechnologią; poszerzanie słownictwa wykorzystywanego w publikacjach naukowych z zakresu biotechnologii; techniki opisywania wyników badań w formie prezentacji ustnych i plakatowych; techniki pisania publikacji naukowych.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* zasady prezentowania w języku angielskim wyników badań związanych z biotechnologią; naukowe treści w języku angielskim na tematy związane z biotechnologią.

*Umiejętności (potrafi):* posługiwać się specjalistyczną terminologią w języku angielskim; prezentować w języku angielskim wyniki badań naukowych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* podnoszenia umiejętności językowych z zakresu biotechnologii; ciągłego poszerzania wiedzy; krytycznej oceny swojej wiedzy i umiejętności.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

### **3. Projekt badawczo-rozwojowy**

*Cel kształcenia:* poznanie istoty projektu, jego najważniejszych cech i rodzajów oraz zasad aplikowania o projekt; poznanie możliwości pozyskania zasobów finansowych na realizację projektu; nabycie umiejętności poszukiwania celów projektu oraz zasad wskazywania obszarów projektowych będących podstawą planowania, realizacji, controlingu oraz procesu zamykania projektu; poznanie zasad identyfikacji interesariuszy projektu, zasad budowy struktury projektowej, tworzenia planu projektu, przydziału ról członkom zespołu projektowego oraz zasad kierowania pracą zespołu; opanowanie umiejętności planowania i organizacji pracy własnej i zespołowej; poznanie aspektów prawnych dotyczących transferu pomysłu i technologii do biznesu.

*Treści merytoryczne:* przygotowanie wniosku projektowego dla wybranej inicjatywy z zakresu biotechnologii; definicja projektu i jego najważniejszych cech; zasady wyłaniania zespołu projektowego i przydziału ról poszczególnym członkom zespołu projektowego; miejsce i rola menedżera projektu i pracownika w projekcie; struktury projektowe; procesy zarządzania projektem – inicjowanie, planowanie, realizowanie, kontrolowanie i zamykanie projektu; wybrane instrumenty dotyczące zarządzania projektami; możliwości pozyskiwania środków finansowych na wybraną działalność w zakresie biotechnologii; znaczenie projektów w funkcjonowaniu organizacji; prawne i praktyczne aspekty transferu pomysłu i technologii do biznesu.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* procesy zarządzania projektem, tj. inicjowanie, planowanie, realizowanie, kontrolowanie i zamykanie projektu; zasady tworzenia zespołu projektowego oraz miejsce i rolę menedżera projektu i pracownika w projekcie dedykowanym inicjatywie w zakresie biotechnologii; możliwości pozyskiwania środków finansowych i zasady sporządzenia wniosków o dofinansowanie inicjatyw w zakresie biotechnologii.

*Umiejętności (potrafi):* przygotować projekt dla wybranej inicjatywy w zakresie biotechnologii.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współdziałania i pracy w grupie projektowej, przyjmując w niej różne role organizacyjne.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

## **II. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH**

### **1. Metodologia pracy doświadczalnej**

*Cel kształcenia:* zapoznanie się z pojęciem metody naukowej i problemami metodologii badań ze szczególnym uwzględnieniem nauk eksperymentalnych; nabycie umiejętności planowania i wykonywania eksperymentów naukowych; poznanie zasad pisania pracy naukowej z zakresu nauk przyrodniczych.

*Treści merytoryczne:* elementy teorii poznania; definicja i rodzaje wiedzy; cechy wiedzy naukowej; definicja, elementy, cele i rodzaje nauki; zdania falsyfikowane i нефalsyfikowane; hipoteza naukowa i jej testowanie; twierdzenia, prawa i teorie naukowe; rozumowanie i jego rodzaje; rodzaje wnioskowania: dedukcyjne, indukcyjne, redukcyjne, przez analogię; dowodzenie i wyjaśnianie; sprawdzanie: weryfikacja, confirmacja, dyskconfirmacja, falsyfikacja; opis, obserwacja, eksperyment; pojęcie metody naukowej i metodologii badań; indukcjonizm i jego krytyka; falsyfikacjonizm i jego krytyka; teoria programów badawczych; teoria rewolucji naukowych; planowanie i wykonywanie eksperymentów; pisanie prac naukowych.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* różnice między wiedzą naukową i innymi typami wiedzy; pojęcie metody naukowej i problemy metodologii badań; zasady planowania i wykonywania eksperymentów; zasady pisania prac naukowych.

*Umiejętności (potrafi):* analizować i dokonywać selekcji informacji naukowej; formułować hipotezy naukowe; planować i przeprowadzać eksperymenty; opracowywać i prezentować uzyskane wyniki; przejrzysto wyrażać swoje myśli; wyciągać poprawne wnioski z otrzymanych wyników; pisać prace naukowe.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* postrzegania różnic między światopoglądem naukowym i nienaukowym; podnoszenia swoich kwalifikacji; aktywnej i kreatywnej pracy w zespole oraz przyjmowania odpowiedzialności za wykonanie zaplanowanych zadań; postępowania zgodnie z zasadami etyki.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **III. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH**

#### **1. Bioinformatyka**

*Cel kształcenia:* zdobycie poszerzonej wiedzy i praktycznych umiejętności w zakresie komputerowej analizy danych molekularnych oraz danych wysokoprzepustowych (NGS) w celu identyfikacji genów o zróżnicowanej ekspresji w różnych grupach porównawczych.

*Treści merytoryczne:* genomiczne i transkryptomyczne dane wysokoprzepustowe (DNA-seq, RNA-seq), struktura danych, przetwarzanie wysokoprzepustowe, procedury analityczne (laboratoryjne oraz komputerowe) danych transkryptomicznych i genomicznych, narzędzia analityczne; analityczne procedury wybranego projektu analizy różnic ekspresji genów z danych transkryptomicznych NGS (RNA-seq); praca z procedurami analitycznymi danych genomicznych oraz transkryptomicznych: wyszukiwanie oraz testowanie danych referencyjnych, analiza jakości danych z sekwencjonowania NGS, przygotowanie danych – preprocessing, mapowanie, adnotacja, asemblacja, identyfikacja nowych genów oraz transkryptów, statystyczne analizy różnic ekspresji, analizy funkcjonalne, wizualizacja graficzna wyników.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* pojęcia – transkryptomika, genomika; istotę analiz wysokoprzepustowych; podstawowe procedury analityczne; formaty danych oraz narzędzia analityczne; specyfikę eksperymentu analizy różnic ekspresji genów w ujęciu całościowym; proces przygotowania danych i metody do przeprowadzenia prawidłowej analizy różnicowej danych NGS (RNA-seq).

*Umiejętności (potrafi):* przeprowadzić podstawową procedurę analiz genomicznych lub transkryptomicznych danych cyfrowych; pobierać oraz weryfikować dane referencyjne, dobierać odpowiednie parametry analityczne w zależności od jakości danych oraz wyników etapów poprzedzających; przeprowadzić podstawową adnotację strukturalną oraz funkcjonalną; przetwarzać oraz wizualizować wybrany fragment z danych wysokoprzepustowych; zweryfikować oraz zinterpretować całościowo wyniki ilościowe analiz wysokoprzepustowych; konstruować wnioski z wyników analizy porównawczej ekspresji genów.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* samodzielnej analizy danych wysokoprzepustowych z wizualizacją; podjęcia aktywnej postawy podczas pracy w grupie naukowej; przyjmowania otwartej postawy na nowe/nowatorskie pomysły rozwiązania danego problemu biologicznego.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

#### **2. Ekologiczne aspekty biotechnologii**

*Cel kształcenia:* poznanie struktury i funkcji ekosystemu i krajobrazu ekologicznego; poznanie prostych metod sterowania ekosystemami i krajobrazami ekologicznymi; poznanie różnych metod molekularnych stosowanych w ekologii; poznanie zagrożeń wynikających z uwolnienia GMO do środowiska przyrodniczego na tle innych zagrożeń, np. gatunków inwazyjnych oraz środków ochrony roślin.

*Treści merytoryczne:* ekologia a biotechnologia – strefa współdziałania i strefa konfliktu;

podstawy biotechnologii środowiskowej: biotechnologia w ekosystemie i w krajobrazie; biotechnologie ekosystemowe, przegląd ważniejszych doświadczeń: hydrofitowe oczyszczanie ścieków – rola makrofitów w usuwaniu pierwiastków biogennych i metali ciężkich, wpływ związków biogennych na wielkość produkcji fitoplanktonu, rola dżdżownic w tworzeniu i przekształcaniu gleby; krajobraz ekologiczny i biotechnologiczne możliwości jego kształtowania, zastosowanie systemów hydrofitowych do oczyszczania ścieków bytowo-gospodarczych, opadowych i przemysłowych; eksperyment – wpływ związków biogennych na przyrost biomasy makrofitów; roślinne kultury *in vitro* i wspomagany rozród zwierząt oraz ich znaczenie dla ochrony gatunkowej; gatunki obce – mechanizm rozprzestrzeniania, ocena stopnia inwazji wybranych gatunków, metody ograniczania ekspansji; ekologiczne skutki introdukcji gatunków obcych – złożoność problematyki i niejednoznaczność oceny skutków przyrodniczych; metody molekularne w ekologii; organizmy zmodyfikowane genetycznie – punkt widzenia systematyka, ewolucjonisty i ekologa; specyfika środowiska ekologicznego GMO; wpływ rodzajów i skali ingerencji genomowych na perspektywę adaptacji do środowisk dzikiej przyrody; ocena zagrożeń rodzimych biocenoz przez GMO – zasady ekologicznego bezpieczeństwa.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* teoretyczne podstawy struktury i funkcjonowania ekosystemu oraz krajobrazu ekologicznego; podstawowe metody inżynierii ekologicznej służące sterowaniu ekosystemami i krajobrazami ekologicznymi; metody molekularne stosowane w ekologii; zagrożenia wynikające z uwolnienia GMO do środowiska na tle innych zagrożeń środowiskowych; zasady bezpieczeństwa ekologicznego przy wykorzystywaniu GMO.

*Umiejętności (potrafi):* oceniać skutki wynikające z uwolnienia GMO do środowiska przyrodniczego; przygotować prezentację problemów naukowych przy wykorzystaniu piśmiennictwa.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* pracy w zespole, przyjmując w nim różne role; poszerzania wiedzy umożliwiającej interpretowanie zjawisk zachodzących w środowisku; wykazywania postawy odpowiedzialności za degradację środowiska; wprowadzania rozwiązań biotechnologicznych w celu możliwości poprawy stanu środowiska ekosystemów.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **3. Funkcjonowanie firm biotechnologicznych**

*Cel kształcenia:* poznanie charakterystyki produktu biotechnologicznego będącego produktem innowacyjnym oraz strategii rozwoju firm biotechnologicznych; nabywanie wiedzy z zakresu organizacji działów badawczo-rozwojowych w firmie biotechnologicznej; poznanie firm biotechnologicznych mających siedzibę zarówno w Polsce, jak i za granicą.

*Treści merytoryczne:* charakterystyka dziedzin biotechnologii; charakterystyka i strategię rozwoju firmy biotechnologicznej; najczęściej spotykane formy prawne firm biotechnologicznych; struktura organizacyjna w firmie biotechnologicznej; ścieżka kariery w firmie biotechnologicznej; możliwości pozyskania nowych technologii do firmy biotechnologicznej; ochrona własności intelektualnej w firmach biotechnologicznych; przykłady firm biotechnologicznych w Polsce i na świecie.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* podział biotechnologii; specyfikę funkcjonowania i strategię rozwoju firmy biotechnologicznej; uwarunkowania prawne, które musi spełniać przedsiębiorstwo biotechnologiczne, by móc funkcjonować; poziom złożoności struktury organizacyjnej w firmie biotechnologicznej oraz zasady funkcjonowania działów badawczo-rozwojowych w takich firmach; możliwości ukierunkowania kariery w przedsiębiorstwie biotechnologicznym; sposoby pozyskiwania oraz wdrażania nowych technologii do firmy biotechnologicznej; szczegóły dotyczące ochrony intelektualnej wynalazków; przykłady zróżnicowanych firm biotechnologicznych.

*Umiejętności (potrafi):* przyporządkować przykłady działań podejmowanych przez firmy do poszczególnych dziedzin biotechnologii; scharakteryzować produkt biotechnologiczny; określić najczęściej spotykane formy prawne firm biotechnologicznych; scharakteryzować strukturę organizacyjną firmy biotechnologicznej oraz sposób funkcjonowania działu badawczo-rozwojowego w danej firmie; planować działania związane z wdrożeniem nowych technologii do firmy biotechnologicznej; określić sposób ochrony wynalazków opracowywanych w firmie biotechnologicznej; analizować funkcjonujące na rynku przedsiębiorstwa biotechnologiczne.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* uznania złożoności i dynamiki rozwoju firm biotechnologicznych; planowania kariery zawodowej w strukturach firmy biotechnologicznej funkcjonującej w Polsce i za granicą; kreatywnego działania z uwzględnieniem prawa ochrony intelektualnej, związanego z wdrażaniem nowych technologii do firmy biotechnologicznej.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady.

#### **4. Multiomika stosowana**

*Cel kształcenia:* nabycie wiedzy o genomice, transkryptomice, proteomice i metabolomice; nabycie umiejętności praktycznego wykorzystania analiz omicznych w zaplanowaniu projektu naukowego i przeprowadzeniu eksperymentu badawczego na wybranym materiale biologicznym; dokonanie przeglądu literatury i wyboru metodyki badań omicznych, w tym nowoczesnych technik i platform analitycznych oraz baz danych; poznanie przykładów wysokoskalowych analiz omicznych organizmów prokariotycznych i eukariotycznych na różnych poziomach – organizmów, wybranych organów, tkanek, płynów ustrojowych; weryfikowanie danych na podstawie analizy wzorców; samodzielne wykonanie projektu i przedstawienie jego efektów; zebranie, opracowanie, analizowanie, interpretowanie (w odniesieniu do danych literaturowych) i prezentowanie wyników badań eksperymentalnych.

*Treści merytoryczne:* genomika, transkryptomika, proteomika i metabolomika – pojęcia i definicje; historia i strategie badań omicznych; techniki i platformy analityczne; bazy danych; biblioteki genomowe; biblioteki widm masowych; standaryzacja w badaniach omicznych; przetwarzanie, analiza, wizualizacja i przechowywanie danych; walidacja danych omicznych; przykłady badań multiomicznych mikroorganizmów, roślin oraz tkanek zwierzęcych i płynów ustrojowych; multiomika w badaniach biologicznych i diagnostyce medycznej.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* pojęcia i definicje genomiczne, transkryptomiczne, proteomiczne i metabolomiczne, strategie badań omicznych i ich zalety/ograniczenia; bazy danych i przykłady analiz multiomicznych mikroorganizmów i zwierząt w relacji do cech fenotypowych i reakcji fizjologicznych na działanie czynników środowiskowych; złożoność interakcji pomiędzy genomem, transkryptomem, proteomem i metabolomem organizmu; znaczenie wysokoskalowych analiz omicznych dla biologii systemów.

*Umiejętności (potrafi):* przygotować materiał biologiczny; przeprowadzić eksperyment multiomiczny; zweryfikować poprawność identyfikacji genów, białek i metabolitów; przeprowadzić obliczenia ilościowe; zinterpretować wyniki w odniesieniu do danych literaturowych; przedstawić przebieg i wyniki eksperymentu w formie prezentacji i doniesienia plakatowego; współpracować i organizować pracę w zespole, pełniąc różne funkcje.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* weryfikowania informacji ze źródeł literaturowych; przestrzegania zasad pracy z materiałem biologicznym; stałego aktualizowania swojej wiedzy; upowszechniania zasady ścisłego, opartego na danych empirycznych, interpretowania zjawisk i procesów biologicznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **5. Praca dyplomowa I**

*Cel kształcenia:* uzyskanie pogłębionej wiedzy w wybranym zagadnieniu stanowiącym temat pracy magisterskiej; przeprowadzenie badań i przygotowanie pracy dyplomowej oraz przygotowanie się do egzaminu magisterskiego w zakresie nabytej wiedzy w trakcie studiów.

*Treści merytoryczne:* przygotowanie koncepcji pracy dyplomowej pod nadzorem merytorycznym opiekuna naukowego; gromadzenie naukowych źródeł do pracy magisterskiej.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* najważniejsze problemy współczesnej biotechnologii; problematykę realizowanego tematu pracy dyplomowej; zasady prawa autorskiego i ochrony własności intelektualnej.

*Umiejętności (potrafi):* biegle posługiwać się językiem naukowym; właściwie dobierać materiały bibliograficzne z dostępnych źródeł informacji; analizować i interpretować materiały badawcze.

*Kompetencje społeczne (jest gotowy do):* stałego aktualizowania wiedzy biotechnologicznej oraz podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.

*Forma prowadzenia zajęć:* praca dyplomowa.

## **6. Praca dyplomowa II**

*Cel kształcenia:* uzyskanie pogłębionej wiedzy w wybranym zagadnieniu stanowiącym temat pracy magisterskiej; przeprowadzenie badań i przygotowanie pracy dyplomowej oraz przygotowanie się do egzaminu magisterskiego w zakresie wiedzy nabytej w trakcie studiów.

*Treści merytoryczne:* przeprowadzenie badań w ramach realizowanej problematyki naukowej.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* najważniejsze problemy współczesnej biotechnologii; problematykę realizowanego tematu pracy dyplomowej; zasady prawa autorskiego i ochrony własności intelektualnej.

*Umiejętności (potrafi):* zastosować właściwą metodykę do realizacji projektu badawczego; analizować i interpretować materiały badawcze; biegle posługiwać się językiem naukowym; właściwie dobierać materiały bibliograficzne z dostępnych źródeł informacji.

*Kompetencje społeczne (jest gotowy do):* stałego aktualizowania wiedzy biotechnologicznej; podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.

*Forma prowadzenia zajęć:* praca dyplomowa.

*Kompetencje społeczne (jest gotowy do):* stałego aktualizowania wiedzy biotechnologicznej; podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.

*Forma prowadzenia zajęć:* praca dyplomowa.

## **7. Praca dyplomowa III**

*Cel kształcenia:* uzyskanie pogłębionej wiedzy w wybranym zagadnieniu stanowiącym temat pracy magisterskiej; przeprowadzenie badań i przygotowanie pracy dyplomowej oraz przygotowanie się do egzaminu magisterskiego w zakresie wiedzy nabytej w trakcie studiów.

*Treści merytoryczne:* analiza zgromadzonych źródeł naukowych i materiałów badawczych; wykorzystanie technik informatycznych i statystycznych w analizie uzyskanych wyników badań; przedłożenie i omówienie kolejnych rozdziałów pracy magisterskiej.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* najważniejsze problemy współczesnej biotechnologii; problematykę realizowanego tematu pracy dyplomowej; zasady prawa autorskiego i ochrony własności intelektualnej; możliwości stosowania technik informatycznych i statystycznych.

*Umiejętności (potrafi):* analizować i interpretować materiały badawcze; wykorzystywać techniki informatyczne i statystyczne; biegle posługiwać się językiem naukowym; właściwie dobierać materiały bibliograficzne z dostępnych źródeł informacji.

*Kompetencje społeczne (jest gotowy do):* stałego aktualizowania wiedzy biotechnologicznej; podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.

*Forma prowadzenia zajęć:* praca dyplomowa.

## **8. Regulacje prawne w biotechnologii**

*Cel kształcenia:* zapoznanie się z tematyką europejskich i polskich uregulowań prawnych, dotyczących prowadzenia badań oraz działalności gospodarczej z wykorzystaniem organizmów zmodyfikowanych genetycznie (GMO).

*Treści merytoryczne:* regulacje prawne normujące zasady stosowania organizmów genetycznie zmodyfikowanych (GMO) w Unii Europejskiej; źródła prawa pierwotnego; zasady rządzące regulacjami UE w sprawie GMO; zamknięte użycie genetycznie zmodyfikowanych mikroorganizmów: warunki prowadzenia badań, ocena ryzyka, klasy zagrożeń; zamierzone uwolnienie do środowiska organizmów genetycznie zmodyfikowanych w celach eksperymentalnych; DYREKTYWA 2001/18/WE z dalszymi zmianami; wprowadzanie do obrotu GMO jako produktu i w produktach; autoryzacja transgenicznych roślin uprawnych; zasady koegzystencji upraw roślin transgenicznych i konwencjonalnych; ROZPORZĄDZENIE (WE) Nr 1829/2003 w sprawie genetycznie zmodyfikowanej żywności i paszy; konwencja z Rio de Janeiro o bezpieczeństwie biologicznym i Protokół Kartageński; polskie uregulowania prawne; ustawy o: GMO, nasiennictwie, paszach; planowane uregulowania dotyczące nowych technik genomowych.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* regulacje UE i regulowania polskie dotyczące wykorzystywania GMO.

*Umiejętności (potrafi):* korzystać ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych dotyczących problemu prawnego związanego z GMO; przygotować i przedstawić ustną prezentację z zakresu studiowanego zagadnienia.

*Kompetencje społeczne (jest gotowy do):* samodzielnego studiowania wybranych zagadnień, selekcji najważniejszych elementów w celu publicznego ich zaprezentowania; przestrzegania prawa i zasad bezpieczeństwa podczas prac związanych z wykorzystywaniem GMO.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady.

## **9. Seminarium dyplomowe I**

*Cel kształcenia:* przygotowanie się do wykonania badań i napisania pracy magisterskiej z zakresu nauk biologicznych z biotechnologii oraz do naukowego i kreatywnego dostrzegania i rozwiązywania problemów naukowych; rozwijanie umiejętności logicznego i sprawnego prowadzenia dyskusji, dotyczącej uzasadnienia wyboru indywidualnej problematyki badań na tle aktualnego stanu wiedzy.

*Treści merytoryczne:* warsztaty – nauka pisania pracy magisterskiej: tematyka badań, struktura, plan i konspekt pracy; sposoby dokumentowania, gromadzenia, wykorzystania i cytowania danych literaturowych; przegląd baz danych biologicznych; regulacje prawne w zakresie wykorzystania zwierząt w badaniach naukowych i eksperymentach; zajęcia konwersatoryjne – merytoryczne uzasadnienie podjętej problematyki badawczej w szerokim kontekście aktualnego stanu wiedzy; planowanie badań naukowych, dobór materiałów i metod; przygotowanie referatów naukowych, ich prezentacja, udział w dyskusji dotyczącej aktualnego stanu wiedzy w zakresie indywidualnej problematyki badawczej.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* zasady pisania pracy magisterskiej jako pracy naukowej i jej strukturę; zasady tworzenia planu/konspektu pracy; sposoby dokumentowania, gromadzenia, wykorzystania i cytowania danych literaturowych; ograniczenia i zagrożenia związane z wykorzystywaniem zwierząt w badaniach naukowych; merytoryczne uzasadnienie podjętej w pracy problematyki badawczej w oparciu o aktualny stan wiedzy.

*Umiejętności (potrafi):* opracować plan/konspekt pracy naukowej; pozyskiwać, gromadzić, opracowywać i cytować dane literaturowe; merytorycznie dyskutować, uzasadniać podjęte w pracy problemy naukowe w oparciu o aktualny stan wiedzy; przygotować referat naukowy/prezentację.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* merytorycznego dyskutowania i uzasadnienia podjętych w pracy magisterskiej problemów badawczych z zakresu nauk biologicznych z biotechnologii; współdziałania i współpracy w grupie celem rozwiązywania określonych zadań; ustawicznego poszerzania własnej wiedzy.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

### **10. Seminarium dyplomowe II**

*Cel kształcenia:* przygotowanie się do wykonania badań i napisania pracy magisterskiej z zakresu nauk biologicznych z biotechnologii: zdobycie wiedzy i umiejętności w zakresie doboru metod badawczych, formułowania celów badań i hipotez badawczych; rozwijanie umiejętności w zakresie: formułowania indywidualnych koncepcji badawczych, opracowania i prezentowania uzyskanych wyników własnych badań, dzielenia się postęпами w zakresie przygotowywanej pracy magisterskiej; rozwijanie kompetencji poznawczych i kształtowanie kompetencji krytycznych w zakresie analizy uzyskanych wyników badań; nabycie wiedzy dotyczącej ochrony danych osobowych, prawa autorskiego oraz konsekwencji prawnych plagiatu.

*Treści merytoryczne:* warsztaty – zasady formułowania celów badań i hipotez badawczych; przegląd i charakterystyka badań oraz metod badawczych stosowanych w naukach biologicznych w zakresie biotechnologii; analiza indywidualnych koncepcji badawczych; zarządzanie wynikami badań; sposoby analizy i prezentowania danych naukowych; wykorzystanie analiz statystycznych i interpretacja danych statystycznych; formy własności intelektualnej i prawa autorskie; ćwiczenia konwersatoryjne – przygotowanie i prezentowanie doświadczalnej części pracy magisterskiej: cele badań i hipotezy badawcze, charakterystyka materiałów/badanych prób i zastosowanych metod badawczych, charakterystyka uzyskanych wyników; zasady redagowania tekstu naukowego w praktyce.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* zasady formułowania celów badań i hipotez badawczych; metody badawcze stosowane w naukach biologicznych w zakresie biotechnologii; metody analizowania i sposoby prezentowania danych naukowych; zasady stosowania praw autorskich.

*Umiejętności (potrafi):* formułować cele badań i hipotezy badawcze; dokonywać wyboru odpowiednich metod badań w rozwiązywaniu problemów z zakresu biotechnologii; opracować i analizować uzyskane wyniki badań z wykorzystaniem analiz statystycznych; krytycznie oceniać uzyskane wyniki w merytorycznej dyskusji w oparciu o dane literaturowe w języku polskim i angielskim.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* naukowego i kreatywnego dostrzegania i rozwiązywania problemów naukowych; ustawicznego pogłębiania posiadanej wiedzy z zakresu biotechnologii; wykorzystywania danych innych autorów zgodnie z zasadami praw autorskich;

dzielenia się postęпами w zakresie przygotowanej pracy; prezentowania uzyskanych wyników prowadzonych badań.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

### **11. Seminarium dyplomowe III**

*Cel kształcenia:* przygotowanie się do wykonania badań i napisania pracy magisterskiej z zakresu nauk biologicznych z biotechnologii: kształtowanie kompetencji krytycznych w zakresie analizy i interpretacji uzyskanych wyników badań, rzetelności w relacjonowaniu i dyskutowaniu uzyskanych wyników w odniesieniu do danych literaturowych; rozwijanie umiejętności formułowania wniosków i weryfikacji hipotez badawczych; nabycie wiedzy o przebiegu egzaminu dyplomowego oraz umiejętności w zakresie przygotowania prezentacji zawierającej tezy pracy magisterskiej.

*Treści merytoryczne:* warsztaty – atrybuty dobrej dyskusji naukowej; weryfikacja doboru i wykorzystania specjalistycznego piśmiennictwa naukowego w języku polskim i angielskim;



podsumowanie i dyskusja uzyskanych wyników badań; rzetelność w relacjonowaniu uzyskanych wyników i ich dyskutowaniu; ćwiczenia praktyczne w formułowaniu wniosków na podstawie uzyskanych wyników badań; formułowanie wypowiedzi na temat realizacji celów teoretycznych (poznawczych) i/lub praktycznych (propozycje konkretnych rozwiązań); zapoznanie z zasadami i przebiegiem egzaminu dyplomowego zgodnie z procedurą dyplomowania; poznanie zasad konstruowania wypowiedzi podczas egzaminu dyplomowego; prawidłowa struktura prezentacji zawierającej tezy pracy magisterskiej; zajęcia konwersatoryjne – przygotowanie i prezentacja pracy magisterskiej zawierającej podsumowanie wyników własnych badań i ich przedyskutowanie w odniesieniu do dostępnych danych literaturowych współczesnych osiągnięć nauk biologicznych w zakresie biotechnologii; przygotowanie do prezentacji tezy pracy magisterskiej do egzaminu dyplomowego.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* zasady analizowania i rzetelnego relacjonowania i interpretowania uzyskanych wyników badań naukowych; zasady i sposoby prowadzenia merytorycznej dyskusji naukowej oraz formułowania wniosków; dane literaturowe w języku polskim i angielskim w zakresie tematyki badań prowadzonych w ramach pracy magisterskiej; zasady przygotowania i prezentacji pracy podczas egzaminu dyplomowego; procedurę dyplomowania.

*Umiejętności (potrafi):* relacjonować uzyskane wyniki badań i je rzetelnie interpretować; prowadzić merytoryczną dyskusję wyników w kontekście dostępnej literatury i formułować właściwe wnioski; napisać pracę magisterską zgodnie z zasadami pisania pracy naukowej z zakresu nauk biologicznych z biotechnologii; przygotować prezentację pracy na egzamin dyplomowy.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* rzetelnego i merytorycznego dyskutowania podjętych w pracy magisterskiej problemów badawczych z zakresu nauk biologicznych z biotechnologii; prowadzenia badań naukowych w zakresie studiowanego kierunku; egzaminu dyplomowego.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

## **12. Statystyka w biotechnologii**

*Cel kształcenia:* poznanie zasad stosowania metod analizy statystycznej w badaniach naukowych; opanowanie analizy danych statystycznych przy pomocy programu Statistica.

*Treści merytoryczne:* rozkłady zmiennej losowej – centralne twierdzenie graniczne; analiza liniowa i nieliniowa – podstawy metodyczne; ogólne modele liniowe (ANOVA, ANCOVA, MANOVA, MANCOVA – klasyfikacje modeli – alternatywne testowanie nieparametryczne); testy *post hoc*; analiza korelacji i regresji – zależności liniowe i nieliniowe.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* rolę statystyki jako narzędzia badawczego w naukach biologicznych; testy statystyczne do analizy zgodności rozkładów, badania homoscedastyczności wariancji, porównania parametrycznego i nieparametrycznego prób zależnych i niezależnych oraz testowania zależności pomiędzy zmiennymi różnych typów skali pomiarowej.

*Umiejętności (potrafi):* definiować problemy badawcze i hipotezy statystyczne; przeprowadzać analizę statystyczną danych przy użyciu pakietu Statistica.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* świadomego stosowania metod wnioskowania statystycznego w badaniach empirycznych i przestrzegania zasad wnioskowania formalnego w badaniach naukowych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **13. Technologie cyfryzacji danych biologicznych**

*Cel kształcenia:* poznanie możliwości i technologii wprowadzania danych biologicznych do systemów cyfrowych oraz ich przetwarzania, gromadzenia, analizy i wnioskowania na podstawie danych cyfrowych o właściwościach i cechach układów biologicznych i biotechnologicznych.

*Treści merytoryczne:* podstawy obsługi systemu Linux, w tym obsługa systemu z listy komend, instalowanie i obsługa oprogramowania, digitalizacja danych biologicznych, przetwarzanie cyfrowe i analiza danych biologicznych w formie cyfrowej, analiza i wyciąganie wniosków biologicznych z danych cyfrowych; przetwarzanie danych z użyciem wybranych systemów, makra i tworzenie algorytmów w systemie MSOffice, podstawowe techniki analiz w Python oraz R, obsługa programów do edycji i analizy danych molekularnych (m.in. NCBI Workbench, UGene).

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* narzędzia informatyczne umożliwiające digitalizację danych biologicznych; podstawowe cyfrowe formaty danych biologicznych; podstawowe komendy obsługi systemu operacyjnego z listy komend.

*Umiejętności (potrafi):* prowadzić selekcję i gromadzić dane biologiczne w formie cyfrowej; stosować techniki i narzędzia informatyczne do cyfryzacji danych biologicznych; korzystać z systemu operacyjnego Linux, w tym za pomocą listy komend; przeprowadzić podstawowe analizy danych biologicznych w profesjonalnym środowisku programistycznym; tworzyć i stosować prosty algorytm do analizy danych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* pracy w grupie, przyjmując różne role; stałego zgłębiania wiedzy w dziedzinie digitalizacji danych biologicznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

#### **14. Przedmiot do wyboru 1: Diagnostyka laboratoryjna człowieka i zwierząt / Diagnostic Methods in Human and Veterinary Medicine**

*Cel kształcenia:* poszerzenie umiejętności w zakresie badań diagnostycznych dotyczących rozpoznawania zaburzeń fizjologicznych organizmu oraz wykonywania złożonych analiz, jak i interpretowania uzyskanych wyników.

*Treści merytoryczne:* badania diagnostyczne jako źródło informacji o stanie zdrowia; charakterystyka metod laboratoryjnych w diagnostyce laboratoryjnej; rodzaje materiału diagnostycznego; wybrane badania z zakresu diagnostyki laboratoryjnej; pojęcie wartości referencyjnej oraz nieprawidłowej dla uzyskanych wyników; kontrola jakości badań; czynniki wpływające na wyniki laboratoryjne; nowe technologie w diagnostyce laboratoryjnej a medycyna spersonalizowana.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* rodzaje i zasady pobierania materiału biologicznego przeznaczonego do badań diagnostycznych; rodzaje badań diagnostycznych, sposób ich wykonywania oraz przeznaczenie; podstawowe parametry diagnostyczne; procedury związane z kontrolą jakości badań; przyczyny błędów laboratoryjnych; przyczyny odchyłeń uzyskanych wyników laboratoryjnych od przyjętych wartości referencyjnych.

*Umiejętności (potrafi):* rozpoznać prawidłowe i nieprawidłowe parametry diagnostyczne; wykonać proste analizy laboratoryjne; wykonać obliczenia dla wyliczanych parametrów diagnostycznych; zastosować kontrolę jakości wykonywanych badań; przedstawić uzyskane wyniki (własne i zespołu) oraz zestawić je z wartościami referencyjnymi; zinterpretować wyniki badań diagnostycznych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* dokształcania się i podnoszenia umiejętności zawodowych; współdziałania w grupie przyjmując w niej różne role; pracy samodzielnej i wykazywania się kreatywnością w działaniu; podjęcia dyskusji problemowej.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

#### **15. Przedmiot do wyboru 1: Fitopatologia molekularna**

*Cel kształcenia:* nabycie wiedzy i umiejętności z zakresu fitopatologii molekularnej oraz metod molekularnych wykorzystywanych do detekcji i identyfikacji patogenów roślinnych; nabycie praktycznej umiejętności wyboru i zastosowania poznanych metod molekularnych oraz umiejętności rzetelnej interpretacji wyników.

*Treści merytoryczne:* interakcje patogen – żywiciel; współczesne metody detekcji i identyfikacji patogenów roślinnych; geny wirulencji, awirulencji i odporności oraz ich produkty; biosynteza trichotecenów przez grzyby z rodzaju *Fusarium* w świetle najnowszych wyników badań naukowych; wpływ czynników środowiskowych na wytwarzanie mykotoksyn przez grzyby; ewolucja odporności patogenów na fungicydy; perspektywy na uzyskanie metodami inżynierii genetycznej odporności roślin uprawnych na choroby.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* nowoczesne metody molekularne wykorzystywane do detekcji i identyfikacji patogenów roślinnych; zasady pracy z materiałem biologicznym i związane z tym zasady bezpieczeństwa oraz kwestie etyczne.

*Umiejętności (potrafi):* wykorzystywać techniki i narzędzia molekularne w celu identyfikacji patogenów roślinnych; zaplanować i przeprowadzić eksperyment naukowy z zastosowaniem metod biologii molekularnej; analizować przeprowadzone doświadczenia i formułować wnioski.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* pracy w grupie; pogłębiania wiedzy; przestrzegania zasad etycznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **16. Przedmiot do wyboru 1: Hybrydyzacja i poliploidyżacja wśród zwierząt/ Hybridization and Polyploidization in Animals**

*Cel kształcenia:* poznanie procesów hybrydyzacji i poliploidyżacji jako „narzędzi do modelowania” nowych gatunków.

*Treści merytoryczne:* procesy hybrydyzacji i poliploidyżacji; uwarunkowania i mechanizmy indukujące pojawianie się mieszańców i poliploidów; gatunkowe mechanizmy izolacji rozrodczej; mieszańce i poliploidy w środowisku naturalnym – przyczyny i potencjalne skutki; pozytywne i negatywne genetyczne i inne aspekty hybrydyzacji i poliploidyżacji; introgresja; mieszańce jako „narzędzia do przenoszenia” wybranych genów między gatunkami (introgresja); czynniki wpływające na indukowanie procesów hybrydyzacji i poliploidyżacji; metody detekcji/identyfikacji zwierząt poliploidalnych (wielkość komórek, zawartość DNA, liczba chromosomów, PCR-RFLP); wybrane cechy biologii i ekologii organizmów mieszańcowych i/lub poliploidalnych.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* mechanizmy i procesy powstawania mieszańców i poliploidów; pozytywne i negatywne konsekwencje hybrydyzacji i poliploidyżacji; metody stosowane do identyfikacji mieszańców i poliploidów zwierząt.

*Umiejętności (potrafi):* określić przy użyciu wybranych metod poziom ploidii; porównać cechy zwierząt poliploidalnych sztucznych i naturalnych; analizować korzystne i niekorzystne skutki hybrydyzacji i poliploidyżacji; pracować samodzielnie i współpracować w grupie.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* uczenia się przez całe życie; świadomego korzystania z badań dostępnych w czasopiśmie naukowych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **17. Przedmiot do wyboru 1: Metody molekularne w diagnostyce mikrobiologicznej**

*Cel kształcenia:* poznanie podstawowych metod stosowanych w diagnostyce mikrobiologicznej; nabycie umiejętności identyfikacji mikroorganizmów, ich cech genetycznych i screening w rozpoznawaniu różnic w oparciu o ich potencjał molekularny; wykonanie diagnostyki mikrobiologicznej czystych kultur i heterogennych zespołów mikrobialnych z zastosowaniem technik hodowlanych i niezależnych od hodowli.

*Treści merytoryczne:* budowa genomu komórki prokariotycznej; badanie właściwości genomu komórek prokariotycznych w aspekcie ich zmienności; metody genotypowe i rybotypowe; analiza bakteryjnych genów kodujących rRNA – fragmenty wysokokonserwatywne i regiony o dużym polimorfizmie; filogenetyczne i ewolucyjne związki pomiędzy rodzajami, gatunkami

i szczepami; podstawy identyfikacji czystych kultur mikroorganizmów z wykorzystaniem technik molekularnych; metody hybrydyzacyjne i oparte o technikę PCR; diagnostyka mikrobiologiczna techniką PCR z zastosowaniem: starterów specyficznych dla badanego drobnoustroju, arbitralnych starterów (AP-PCR), przypadkowe amplifikowanie polimorficznego DNA (RAPD), „Fingerprinting” zamplifikowanego DNA (DAF); elektroforeza agarozowa i akrylamidowa – analiza produktów amplifikacji i definiowanie filogenetycznych relacji między badanymi mikroorganizmami; trawienie produktu lub produktów amplifikacji enzymami restrykcyjnymi i ustalenie rezultatu fragmentacji elektroforetycznie – RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphism*); użycie sondy molekularnej DNA i hybrydyzacja produktu PCR z sondą; wykorzystanie technik molekularnych w badaniach heterogennych zespołów mikroorganizmów – TGGE, DGGE, FISH.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* budowę i zasady funkcjonowania genomu prokariotycznego; zasady prowadzenia i stosowania molekularnych technik diagnostyki mikrobiologicznej; możliwości zastosowania molekularnej diagnostyki mikrobiologicznej w biotechnologii.

*Umiejętności (potrafi):* wykonać procedury i techniki mikrobiologii molekularnej stosowane w diagnostyce i identyfikacji czystych kultur oraz heterogennych zespołów mikroorganizmów; dokonać wyboru metody diagnostycznej w oparciu o analizowany materiał i oczekiwane wyniki; interpretować wyniki analiz i dokonać ich opisu.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści; uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych; zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązywaniem problemów; podejmowania odpowiedzialności za ocenę zagrożeń w miejscu pracy; podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **18. Przedmiot do wyboru 1: Multiomiczna analiza *in silico***

*Cel kształcenia:* pogłębienie wiedzy i umiejętności z zakresu analiz wysokoprzepustowych danych genomicznych oraz transkryptomicznych (alternatywne składanie genów, edycja RNA, alleliczna specyficzność ekspresji, modyfikacje posttranskrypcyjne); nabycie umiejętności analizowania, przetwarzania oraz wyciągania wniosków z danych DNA-seq oraz RNA-seq; eksploracja baz danych w celu adnotacji zmienności nukleotydowych oraz wariantów splicingowych genów.

*Treści merytoryczne:* kodowanie sekwencji nukleotydowych *in silico*; budowanie adnotacji sekwencji genów na podstawie homologii; analiza *in silico* niekodujących, „śmieciowych” sekwencji genomowych; identyfikacja oraz różnicowanie zdarzeń alternatywnego składania genów wpływających na proces translacji białka; identyfikacja miejsc edycji RNA; mechanizmy warunkujące ten proces; analiza zjawiska fuzji genów.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* algorytmy wykorzystywane do analizy funkcji kodujących oraz niekodujących sekwencji RNA; proces przewidywania interakcji pomiędzy strukturami przestrzennymi mRNA a długimi niekodującymi RNA (lncRNA) oraz białek a lncRNA; algorytmy do identyfikacji miejsc alternatywnego składania transkryptów oraz innych procesów posttranskrypcyjnych; formaty danych wykorzystywane do obróbki danych wysokoprzepustowych; pojęcia: ontologia genów, składanie transkryptów *de novo* i w odniesieniu do genomu referencyjnego oraz alleliczna specyficzność ekspresji.

*Umiejętności (potrafi):* korzystać z narzędzi *in silico* w celu profilowania ekspresji transkryptów; napisać skrypt bioinformatyczny wykorzystywany do analiz multiomicznych; posługiwać się terminologią bioinformatyczną; wykonać analizę różnicowania alternatywnego składania transkryptów; projektować analizy *in silico*; korzystać z genetycznych baz danych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* uznawania przydatności podstawowej wiedzy bioinformatycznej w prowadzeniu analiz *in silico*; samokształcenia oraz pracy w zespole, przyjmując w nim różne role; rozwiązywanie problemu z zakresu wysokoprzepustowych analiz multiomicznych.

### **19. Przedmiot do wyboru 1: Techniki obrazowania oraz analiza danych mikroskopowych**

*Cel kształcenia:* poznanie technik obrazowania przy wykorzystaniu technik mikroskopii świetlnej i elektronowej oraz analizy uzyskanych danych.

*Treści merytoryczne:* obrazowanie struktury komórek i tkanek w materiale utrwalonym oraz przyżyciowo; metody przygotowania materiału biologicznego do badań mikroskopowych; techniki mikroskopii konfokalnej jedno- i dwufotonowej oraz mikroskopii arkuszy świetlnych; metody, m. in. analizy dynamiki białek, analizy interakcji między cząsteczkami, analizy właściwości białek oraz innych zmian zachodzących wewnątrz komórek; zasady powstawania obrazu oraz typy mikroskopów elektronowych; cechy obrazu mikroskopowego oraz interpretacja obrazów uzyskanych w mikroskopach elektronowych skaningowym i transmisyjnym.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* teoretyczne założenia technik obrazowania z wykorzystaniem mikroskopów; metody analiz w mikroskopach konfokalnych oraz elektronowych.

*Umiejętności (potrafi):* przygotować materiał biologiczny do badań mikroskopowych; przeprowadzić obserwacje i analizy z wykorzystaniem mikroskopów konfokalnego i elektronowych; interpretować uzyskane obrazy i na ich podstawie formułować wnioski.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* weryfikowania informacji na temat obrazowania oraz analizy danych mikroskopowych; krytycznej oceny swojej wiedzy i umiejętności nabytych podczas zajęć.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **20. Przedmiot do wyboru 2: Inżynieria enzymów i metagenomika**

*Cel kształcenia:* poznanie możliwości modyfikacji właściwości enzymów poprzez zastosowanie metod inżynierii białka, ukierunkowanej ewolucji molekularnej oraz pozyskania nowych enzymów z zastosowaniem metagenomowego DNA.

*Treści merytoryczne:* enzymy rekombinowane; synzymy, rybozymy, katalityczne przeciwciała; bioinformatyka w enzymologii i metagenomice; metody i techniki ukierunkowanej ewolucji molekularnej; metody inżynierii białka; racjonalne metody modyfikacji enzymów; mutacje enzymów; metagenomika i metody otrzymywania bibliotek metagenomowego DNA; sposoby izolacji metagenomowego DNA; metoda DOP-PCR; wysokowydajne metody selekcji i skriningu; przykłady otrzymywania enzymów z próbek środowiskowych.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* rolę technik inżynierii białka i inżynierii genetycznej w doskonaleniu właściwości enzymów; metody pozyskiwania materiału genetycznego z próbek środowiskowych i tworzenia bibliotek metagenomowego DNA; techniki selekcji i skriningu bibliotek metagenomowego DNA; narzędzia bioinformatyczne stosowane w analizie metagenomowego DNA.

*Umiejętności (potrafi):* zastosować metody inżynierii białka, ukierunkowanej ewolucji molekularnej w doskonaleniu właściwości enzymów; zaprojektować i scharakteryzować biblioteki metagenomowego DNA; zaplanować i wykonać doświadczenie w celu pozyskania nowych enzymów z próbek środowiskowych; zaplanować metody do weryfikacji właściwości nowych enzymów.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* uznawania roli biotechnologii, inżynierii genetycznej, biologii molekularnej w modyfikacji i otrzymywaniu enzymów; podejmowania odpowiedzialności za przygotowanie i realizację bioprocessów; doskonalenia wiedzy i umiejętności w zakresie nowych rozwiązań, pracy samodzielnej i zespołowej.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **21. Przedmiot do wyboru 2: Kultury *in vitro* w produkcji roślinnej**

*Cel kształcenia:* poznanie metod prowadzenia roślinnych kultur *in vitro* oraz ich znaczenia; poznanie technik pokrewnych w nowoczesnej produkcji roślin: hydroponiki, aeroponiki, akwaponiki, uprawy metodą Warda, uprawy pionowej.

*Treści merytoryczne:* istota roślinnych kultur *in vitro* i technik pokrewnych; rodzaje pożywek/podłoży, systemów hodowli; metody sterylizacji materiału roślinnego i indeksowania kultur; znaczenie warunków fizycznych hodowli; praktyczne zastosowania w hodowli twórczej i w produkcji masowej.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* istotę roślinnych kultur *in vitro*, ich podobieństwa i różnice w stosunku do innych systemów produkcji roślin; zalety i mankamenty redukcjonistyczno-laboratoryjnego systemu namnażania roślin; typowe podłoża do intensywnych upraw roślin, pożywki do czystych kultur; możliwe zaburzenia w rozwoju namnażanych *in vitro* roślin i sposoby zapobiegania im.

*Umiejętności (potrafi):* prowadzić manipulacje na materiałach roślinnych w warunkach jałowości; dobrać skład pożywek do założonych celów hodowli; oceniać przebieg hodowli; wyszukiwać przydatne informacje w fachowej literaturze naukowej.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* podejmowania odpowiedzialności za ocenę zagrożeń i skutków prowadzonych prac zarówno w miejscu pracy, jak i jego otoczeniu gospodarczym i przyrodniczym; podnoszenia kompetencji zawodowych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **22. Przedmiot do wyboru 2: Makro- i mikrohodowle grzybów w biotechnologii**

*Cel kształcenia:* poznanie teoretycznych uwarunkowań hodowli laboratoryjnej organizmów grzybopodobnych i grzybów oraz nabycie praktycznej umiejętności hodowli *in vitro*.

*Treści merytoryczne:* organizacja laboratorium mykologicznego; bhp pracy z izolatami grzybów; grzyby jako czynniki zagrożenia biologicznego; klasyfikacja BSL; metody pozyskiwania grzybów z różnych środowisk; uwarunkowania hodowli grzybów z wybranych grup ekofizjologicznych; metody hodowli grzybów; skład podstawowych podłoży stałych i płynnych stosowanych w hodowli organizmów grzybopodobnych oraz grzybów właściwych; komora z oliwą wg Comandona i de Fonbrune'a; mikrohodowla wg Etzolta; hodowla w komorze wilgotnej; metody szczepienia na podłożach agarowych; zakładanie kultur jednozarodnikowych; określenie czynników wpływających na kiełkowanie zarodników hodowanych grzybów; typy kiełkowania; hamowanie procesów przemiany materii; spoczynek zarodników przetrwalnikowych; sposoby utrwalania i przechowywania materiału mykologicznego; zaplanowanie i przeprowadzenie badań mykologicznych; monitorowanie analiz laboratoryjnych; wykonanie i przedstawienie posteru naukowego (wersja elektroniczna) na podstawie zebranych danych.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* wymagania pokarmowe grzybów różnych grup ekofizjologicznych; określa czynniki wpływające na kiełkowanie zarodników; źródła węgla i azotu oraz sposoby uzyskiwania energii hodowanych grzybów; metody pozyskiwania, hodowli i przechowywania grzybów i organizmów grzybopodobnych; ryzyko kontaktu z grzybnią i jej metabolitami.

*Umiejętności (potrafi):* zaplanować i przeprowadzić hodowlę grzybów *in vitro*; dobrać parametry hodowli poszczególnych grup grzybów; kreatywnie przedstawić wyniki badań; sporządzić i przedstawić referat naukowy (wersja elektroniczna) na podstawie danych zebranych podczas monitorowania hodowli.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* pracy w zespole badawczym; odpowiedzialnego wykonywania pracy z materiałem mykologicznym.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **23. Przedmiot do wyboru 2: Metody biotechnologiczne w parazytologii**

*Cel kształcenia:* nabycie praktycznych umiejętności wykorzystania nowoczesnych metod biotechnologicznych w diagnostyce i kontroli chorób pasożytniczych.

*Treści merytoryczne:* aktualne kierunki badań oraz praktyczne wykorzystanie wiedzy z biologii molekularnej w diagnozowaniu, profilaktyce i leczeniu chorób pasożytniczych; rodzaje molekularnych metod biotechnologicznych wykorzystywanych w identyfikacji i zwalczaniu patogenów; sekwencjonowanie nanoporowe i klonowanie i ich zastosowanie w parazytologii; metody biotechnologiczne w poszukiwaniu miejsc uchwytu nowych leków i szczepionek przeciw pasożytniczych; kleszcze jako wektory chorób patogenów chorobotwórczych; nowo rozprzestrzeniające się choroby odkleszczowe i molekularne metody ich identyfikacji; izolacja DNA genomowego z kleszczy za pomocą kitu komercyjnego oraz NZolu; zastosowanie metody trawienia produktu PCR enzymem restrykcyjnym w celu identyfikacji genogatunków *Borrelia* (metoda PCR- RFLP); wizualizacja produktów genu *fla* z użyciem elektroforezy agarozowej; molekularna detekcja *Candidatus Neoehrlichia micurensis* z użyciem metody qPCR.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* współczesne molekularne metody biotechnologiczne wykorzystywane do detekcji patogenów chorobotwórczych, diagnostyki chorób pasożytniczych, konstruowania nowych leków i szczepionek przeciw pasożytniczych; zasady planowania i przeprowadzania eksperymentów i obserwacji laboratoryjnych; złożone procesy zachodzące w organizmach patogenów na poziomie molekularnym; w pogłębionym stopniu kluczowe zagadnienia w zakresie parazytologii; zasady przygotowania i prezentowania opracowań naukowych z zakresu metod biotechnologicznych wykorzystywanych w parazytologii.

*Umiejętności (potrafi):* posługiwać się technikami biologii molekularnej wykorzystywanymi w parazytologii; wykonać analizy jakościowe i ilościowe uzyskanych produktów; obsługiwać aparaturę badawczą; krytycznie analizować i oceniać uzyskane wyniki, dokonywać syntezy i formułować wnioski w formie pisemnej i ustnej; wykorzystywać obiektywne źródła informacji naukowej; aktualizować wiedzę z zakresu parazytologii; pracować w zespole, przyjmując różnorodne role i określając priorytety; brać odpowiedzialność za powierzony zakres prac analitycznych, za pracę własną i innych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* krytycznej oceny poziomu wiedzy własnej oraz innych; przestrzegania uniwersalnych zasad i norm w laboratorium molekularnym oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **24. Przedmiot do wyboru 2: Nowoczesne metody badań w cytofizjologii i cytopatologii/ Modern Research Methods in Cytophysiology and Cytopathology**

*Cel kształcenia:* zrozumienie mechanizmów z zakresu cytofizjologii i cytopatologii; poznanie nowoczesnych metod badania procesów śmierci komórkowej, roli pęcherzyków zewnątrzkomórkowych jako cząsteczek sygnałowych, znaczenia cząsteczek adhezyjnych w procesach komunikacji komórkowej; zastosowanie nowoczesnych metod analitycznych w badaniach cytofizjologicznych i cytopatologicznych.

*Treści merytoryczne:* losy komórek w organizmie – proliferacja, apoptoza, nekroza, pyroptoza, ferroptoza, autofagia; zaburzenia procesów apoptozy i proliferacji komórek i ich konsekwencje dla organizmu; zastosowanie metod badania procesów apoptozy w komórkach – znakowanie TUNEL; oznaczenie aktywności kazapaz lub aneksyny V; zastosowanie metod badania cytotoksyczności i aktywności metabolicznej komórek (test MTT, oznaczenie aktywności LDH); badanie obecności reaktywnych form tlenu w komórkach hodowanych *in vitro*; pęcherzyki zewnątrzkomórkowe, ich znaczenie w sygnalizacji międzykomórkowej oraz metody ich badań; badanie aktywacji wybranych szlaków sygnałowych; czynniki wzrostu i rozwoju komórek; molekuly związane z adhezją komórkową.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* możliwe losy komórek w organizmie oraz konsekwencje procesów cytopatologicznych dla organizmu; mechanizmy adhezji; rolę pęcherzyków zewnątrzkomórkowych w komunikacji komórkowej oraz zastosowanie nowoczesnych technik badania tych molekuł; zasady pracy w laboratorium biologicznym i metody postępowania z materiałem biologicznym.

*Umiejętności (potrafi):* analizować procesy/mechanizmy cytofizjologiczne; rozpoznawać procesy cytopatologiczne; wykonywać analizy z zakresu cytofizjologii z zastosowaniem zaawansowanych metod analitycznych; prezentować uzyskane wyniki i porównywać je z wynikami dostępnymi w literaturze.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* do pracy z materiałem biologicznym, zgodnie z zasadami bhp; analizowania wyników eksperymentów biologicznych i wnioskowania na podstawie uzyskanych wyników; pracy w zespole lub samodzielnie.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **25. Przedmiot do wyboru 2: Techniki biologii eksperymentalnej roślin / Techniques of Experimental Plant Biology**

*Cel kształcenia:* poznanie technik stosowanych w funkcjonalnej charakterystyce genów.

*Treści merytoryczne:* izolacja RNA z materiału roślinnego; ocena ilościowa i jakościowa wyizolowanego preparatu RNA; zastosowanie białek fluorescencyjnych w biologii molekularnej, m. in. w subkomórkowej lokalizacji białek; analiza ilościowa aktywności promotora i lokalizacja elementów *cis*-regulatorowych z zastosowaniem genów reporterowych.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* metody stosowane w funkcjonalnej charakterystyce genów.

*Umiejętności (potrafi):* wyizolować RNA z materiału roślinnego; ocenić jakość wyizolowanego preparatu; zinterpretować wyniki elektroforezy agarozowej i mikrokapilarnej; ocenić lokalizację subkomórkową białek.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* odpowiedzialnego wykonywania pracy w zespole.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **26. Przedmiot do wyboru 3: Bioindykacja wód na podstawie makrozoobentosu**

*Cel kształcenia:* poznanie organizmów wskaźnikowych należących do bezkręgowców wodnych; poznanie stosowanych w krajach Europy i w Polsce różnych indeksów biotycznych, służących do oceny jakości wód na podstawie makrozoobentosu.

*Treści merytoryczne:* przyczyny eutrofizacji i degradacji zbiorników wodnych; rola bezkręgowców wodnych w ocenie statusu ekologicznego zbiorników wodnych – organizmy wskaźnikowe zaliczane do makrozoobentosu; zasady metodyki pracy terenowej: opis terenu, metodyka pobierania prób faunistycznych w ekosystemach wodnych zgodnie z założeniami Ramowej Dyrektywy Wodnej MHS (Multi-Habitat-Sampling); zasady identyfikacji gatunków wskaźnikowych; ocena stanu ekologicznego rzeki za pomocą indeksów biotycznych stosowanych w Polsce i w Europie: Duński Indeks Biotyczny, Belgijski Indeks Biotyczny (BBI), Trent Biotic Indeks (TBI), Angielski Indeks Biotyczny (BMWP/ASPT), Polski Indeks Biotyczny (BMWP-PL); ocena stanu ekologicznego jeziora za pomocą indeksu LMI (Lake Macroinvertebratex Index).

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* przyczyny eutrofizacji i degradacji zbiorników wodnych; ekologiczne podstawy bioindykacji i jej znaczenie; organizmy wskaźnikowe zaliczane do makrozoobentosu; zasady stosowania metod terenowych zgodnych z założeniami Ramowej Dyrektywy Wodnej; indeksy biotyczne stosowane w Europie i w Polsce.

*Umiejętności (potrafi):* scharakteryzować stanowiska badań; pobrać próby faunistyczne z rzeki i jeziora; rozpoznawać organizmy wskaźnikowe należące do makrozoobentosu; zastosować



indeksy biotyczne do oceny stanu ekologicznego wód; zinterpretować uzyskane wyniki i przedstawić je w raporcie.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współpracy w grupie, wywiązując się z powierzonych zadań w pracy zespołowej; wykazywania się odpowiedzialnością za bezpieczeństwo pracy własnej i innych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **27. Przedmiot do wyboru 3: Biotechnologia w ochronie roślin zagrożonych/ Biotechnology in Protection of Endangered Plants**

*Cel kształcenia:* poznanie metod biotechnologicznych wykorzystywanych do oceny kondycji biologicznej i oszacowania parametrów genetycznych umożliwiających wskazanie populacji o najwyższych wartościach konserwatorskich; poznanie czynników wpływających i ograniczających zmienność genetyczną rzadkich i zagrożonych gatunków roślin; nabycie umiejętności wykorzystywania metod biotechnologicznych w badaniach gatunków ginących.

*Treści merytoryczne:* charakterystyka i zakres stosowanych metod molekularnych (m.in. markerów molekularnych i sekwencjonowania) w rozwiązywaniu problemów z zakresu ochrony rzadkich i ginących gatunków roślin; znaczenie hodowli *in vitro* w ochronie i reintrodukcji gatunków ginących; znaczenie i interpretacja podstawowych parametrów opisujących zróżnicowanie genetyczne populacji i gatunku, typowanie populacji o najwyższych wartościach konserwatorskich na podstawie parametrów genetycznych.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* metody biotechnologiczne wykorzystywane w analizach genetycznych gatunków ginących; parametry genetyczne opisujące poziom zmienności genetycznej; zasadność wykorzystania metod biotechnologicznych w aktywnej ochronie ginących gatunków roślin.

*Umiejętności (potrafi):* wykorzystać dostępne metody biologii molekularnej (markery molekularne) w aktywnej ochronie gatunków; projektować badania gatunku rzadkiego i zagrożonego z wykorzystaniem odpowiednich metod biologii molekularnej; obliczyć i interpretować parametry zmienności genetycznej.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* kształtowania własnej odpowiedzialności i poszanowania przyrody; rozwijania aktywności badawczej.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **28. Przedmiot do wyboru 3: Diagnostyka parazytologiczna**

*Cel kształcenia:* teoretyczne i praktyczne poznanie metod bezpośrednich i pośrednich stosowanych w diagnostyce parazytologicznej człowieka i zwierząt.

*Treści merytoryczne:* najczęstsze choroby pasożytnicze zwierząt i człowieka; drogi i mechanizmy wnikania pasożyta do żywiciela; działanie patogenne pasożyta (chemiczne, fizyczne, biotyczne) w organizmie człowieka i zwierząt; reakcja organizmu na obecność pasożyta; znaczenie człowieka i zwierząt w procesie szerzenia się chorób pasożytniczych; określenie roli pasożytów jako wektorów chorób bakteryjnych i wirusowych; sposoby szerzenia się chorób inwazyjnych; migracje, introdukcje nowych gatunków zwierząt, wzrost populacji niektórych zwierząt; rodzaje materiałów diagnostycznych wykorzystywanych do badań parazytologicznych; metody pobierania materiału do badań diagnostycznych; podstawowe metody diagnostyczne; diagnostyka molekularna chorób pasożytniczych; metody badania materiału biologicznego na obecność jaj i larw pasożytów; metody badania żywicieli pośrednich na obecność stadiów rozwojowych pasożytów; metody izolowania kwasów nukleinowych; zasady i procedury stosowane w diagnostyce parazytologicznej.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* sposoby rozprzestrzeniania się najczęstszych chorób pasożytniczych zwierząt i człowieka; metody pobierania materiału do badań diagnostycznych; podstawowe

metody diagnostyczne stosowane w parazytologii; zasady higieny i bezpieczeństwa pracy z materiałem biologicznym.

*Umiejętności (potrafi):* wybrać odpowiednią metodę diagnostyczną stosowaną w laboratoriach parazytologicznych; przeprowadzać analizy materiału biologicznego pod względem zanieczyszczeń parazytologicznych; obsługiwać urządzenia stosowane w parazytologicznych badaniach laboratoryjnych i terenowych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* podnoszenia kompetencji zawodowych związanych ze stosowaniem nowoczesnych metod badawczych w diagnostyce parazytologicznej.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **29. Przedmiot do wyboru 3: Grafika komputerowa i wizualizacja danych**

*Cel kształcenia:* poznanie podstaw grafiki komputerowej oraz technik wizualizacji danych o charakterze biologicznym.

*Treści merytoryczne:* teoria grafiki komputerowej, m.in. przestrzenie barw, wektory, bitmapy, rendering; grafika dwuwymiarowa i przestrzenna, rozmiary, rozdzielczości, kompresje stratne i bezstratne, grafika do druku i do prezentacji komputerowej; tworzenie grafik z wirtualnych obiektów o charakterze biologicznym, konwertowanie i przeformatowywanie grafik, techniki kompresji i manipulacji rozmiarem; dopasowywanie grafik do wymogów czasopisma, publikacji online lub prezentacji; kompozycja grafiki.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* różnice między grafiką wektorową i rastrową; istotę renderingu; zasady konwertowania i modyfikacji grafiki między różnymi formatami; podstawowe parametry techniczne grafik; różnice pomiędzy wybranymi popularnymi formatami graficznymi.

*Umiejętności (potrafi):* samodzielnie przygotować informatywną i atrakcyjną grafikę prezentującą dane o charakterze biologicznym; zapisać grafiki w różnych formatach oraz o konkretnych parametrach technicznych; wybrać odpowiedni sposób prezentacji danych; korzystać z podstawowych narzędzi informatycznych i bioinformatycznych dla celów wizualizacji biomolekuł; przygotować grafiki przeznaczone do różnych form publikacji; stosować elektroniczne źródła informacji; przygotować prezentację multimedialną.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* ustawicznego samokształcenia w zakresie nowoczesnych technik; pracy w zespole.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **30. Przedmiot do wyboru 3: Modyfikacje epigenetyczne i ich konsekwencje/ Epigenetic Modifications and Their Consequences**

*Cel kształcenia:* poznanie epigenetycznych mechanizmów regulacji ekspresji genów i potencjalnych konsekwencji ich modyfikacji w wybranych typach komórek i tkanek zwierzęcych – badania in vitro.

*Treści merytoryczne:* mechanizmy modyfikujące ekspresję genów i aktywność transkryptomu – metylacja DNA i rola metylotransferaz DNA; znaczenie i aktywność kompleksu metylacyjnego oraz rola mikro RNA; wzorce ekspresji genów w różnych stadiach rozwoju zarodków – konsekwencje modyfikacji; wpływ wybranych czynników środowiska na mechanizmy epigenetycznej regulacji ekspresji genów; znaczenie metylacji DNA w okresie wczesnej ciąży; utrzymanie wzorca metylacji DNA i metylacja de novo – najnowsze doniesienia; badanie potencjału do metylacji DNA w wybranych tkankach samicy ssaka w różnych okresach rozrodczych; dyskusja wybranych wyników badań dotyczących modyfikacji epigenetycznych i ich konsekwencji – analiza i dyskusja najnowszych publikacji opublikowanych w czasopismach z listy JCR.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* epigenetyczne mechanizmy regulacji ekspresji genów; metody badania potencjału do zmian epigenetycznych w tkankach; wybrane wzory ekspresji genów na poziomie fizjologicznym oraz wybrane modyfikacje epigenetyczne.

*Umiejętności (potrafi):* stosować metody pozwalające na określenie potencjału do modyfikacji epigenetycznych; zaplanować eksperyment umożliwiający zbadanie wybranych modyfikacji epigenetycznych; badać potencjał do metylacji DNA.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współdziałania i pracy w grupie badawczej, przyjmując w niej różne role organizacyjne; bezpiecznej pracy z materiałem biologicznym; krytycznej analizy i interpretacji danych literaturowych dotyczących mechanizmów modyfikacji epigenetycznej regulacji ekspresji genów.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **31. Przedmiot do wyboru 3: Praktyczne aspekty endokrynologii rozrodu**

*Cel kształcenia:* poznanie możliwości interwencji medycznej w funkcjonowanie hormonalnych mechanizmów kontrolujących płodność u ludzi i zwierząt.

*Treści merytoryczne:* steroidogeneza w jajnikach i jądrach; zaburzenia steroidogenezy w gonadach oraz możliwości niwelowania ich skutków; rola hormonów białkowych oraz czynników wzrostu wytwarzanych w gonadach; hormonalna regulacja cyklu płciowego; antykoncepcja hormonalna jako interwencja w przebieg cyklu płciowego; pętla sprzężeń zwrotnych podwzgórze-przysadka-gonady oraz jej zaburzenia; funkcje endokrynne macicy i łożyska w kontekście wspomagania hormonalnego przebiegu ciąży; elementy endokrynologii klinicznej: brak owulacji i jajniki policystyczne, hirsutyzm, menopauza i andropauza, hormonalna terapia zastępcza.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* hormonalną regulację układu rozrodczego człowieka; podstawy endokrynologii klinicznej związanej z dysfunkcjami układu rozrodczego człowieka i możliwościami ingerencji w jego funkcjonowanie; zasady pracy w laboratorium oraz postępowania z materiałem biologicznym.

*Umiejętności (potrafi):* ocenić prawidłowość funkcjonowania hormonalnych systemów kontrolujących układ rozrodczy człowieka i zwierząt; wykonać laboratoryjną analizę aktywności endokrynnej gonad.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* stałego dokształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych; współpracy w grupie; przestrzegania zasad bhp w miejscu pracy.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **32. Przedmiot do wyboru 4: Biotechnologia plastydów**

*Cel kształcenia:* poznanie charakterystyki genomów plastydowych oraz możliwości wykorzystania ich w praktyce z zastosowaniem metod biotechnologicznych.

*Treści merytoryczne:* charakterystyka genomów plastydowych u różnych grup roślin; specyfika plastomu w odniesieniu do genomu jądrowego i mitochondrialnego; metody transformacji genetycznej plastydów; kierunki transformacji plastydów; zalety i wady transformacji genomu jądrowego w porównaniu z genomem chloroplastowym; izolacja DNA plastydowego.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* ogólną budowę plastomu oraz jego specyfikę u różnych grup roślin; metody izolacji chloroplastów; techniki inżynierii genetycznej wykorzystywane do edycji i modyfikacji genomu plastydowego; kierunki modyfikacji genetycznych związanych z plastydami; korzyści wynikające z modyfikacji roślin na poziomie genomu chloroplastowego w porównaniu z transformacją genomów jądrowych roślin.

*Umiejętności (potrafi):* wyizolować DNA plastydowe i ocenić jego jakość; zaprojektować modyfikację plastomu oraz ocenić jej efektywność; obsługiwać prostą aparaturę badawczą; korzystać z dostępnych źródeł informacji naukowej.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* pracy indywidualnej, jak i zespołowej; podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych; uznawania przydatności wiedzy z zakresu genomiki roślin w zakresie biotechnologii.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **33. Przedmiot do wyboru 4: Ewolucja molekularna**

*Cel kształcenia:* pogłębienie wiedzy w zakresie mechanizmów ewolucji, specjacji, ewolucji poszczególnych grup zwierząt i roślin; poznanie zastosowania metod molekularnych w badaniach nad ewolucją.

*Treści merytoryczne:* obszar zainteresowań ewolucji molekularnej; mikro- i makroewolucja; systemy ewolucji (filetyczna, kwantowa, specjacja, skokowa); koncepcja zegara molekularnego; typy homologii genów i ich wpływ na rekonstrukcję filogenezy; zmiany ewolucyjne na poziomie molekularnym i ich konsekwencje dla genomu i genotypu; pojęcie gatunku biologicznego w świetle danych molekularnych; molekularne podłoże specjacji; jednostki ewolucyjne, a jednostki taksonomiczne; ewolucja molekularna na poziomie genu, genomu i populacji; geny jądrowe i sekwencje ruchome wykorzystywane w badaniach filogenetycznych; ewolucja dywergentna i konwergentna białek; rola QTLs w ewolucji; genomy organellowe: ewolucja oraz wykorzystanie w analizie filogenezy.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* ewolucję jako proces genetyczny; genetyczne uwarunkowania i mechanizmy procesu ewolucji genów, genomów, populacji i gatunków; molekularne podłoże specjacji; wpływ genów warunkujących cechy ilościowe na fenotyp i jego przystosowanie się do środowiska; rolę hybrydyzacji, introgresji, poliploidyzacji w ewolucji molekularnej na przykładzie struktury i funkcjonowania genomów roślinnych; możliwość rekonstrukcji przebiegu zdarzeń ewolucyjnych na podstawie danych genetycznych.

*Umiejętności (potrafi):* zrekonstruować powiązania filogenetyczne wybranych gatunków na podstawie danych molekularnych; umiejscowić ewolucję w kontekście czasowym, środowiskowym; wykorzystać zegar molekularny do datowania czasu dywergencji organizmów.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* uczenia się przez całe życie oraz podnoszenia własnych kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych; współdziałania w grupie, przyjmując w niej różne role i wykazując odpowiedzialność za bezpieczeństwo pracy własnej i innych; pracy samodzielnej i wykazywania kreatywności; inspirowania i organizowania procesu uczenia się innych osób.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **34. Przedmiot do wyboru 4: Mutagenеза**

*Cel kształcenia:* opanowanie wiedzy z zakresu działania mutagenów chemicznych, mechanizmów powstawania uszkodzeń DNA i ich naprawy; poznanie efektów działania mutagenów w kolejnych pokoleniach traktowanych roślin i metod ich oceny.

*Treści merytoryczne:* mutacje spontaniczne i indukowane; mechanizmy naprawy uszkodzonego DNA; ocena częstości mutacji spontanicznych u różnych gatunków; mutageny fizyczne i chemiczne; efekty działania mutagenów oraz optymalizacja dawki; metody indukowania mutacji i selekcji mutantów; ocena somatycznych i genetycznych efektów działania mutagenu; określenie optymalnej dawki mutagenu; selekcja mutantów morfologicznych i molekularnych; charakterystyka molekularna mutantów; wpływ mutagenезы indukowanej na genom; zmienność somaklonalna i gametoklonalna w kulturach *in vitro*; mutagenеза insercyjna; wykorzystanie mutagenезы indukowanej w badaniach genetycznych i hodowli roślin.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* zagadnienie mutagenезы spontanicznej, indukowanej, potrzebę poszerzania zmienności genetycznej występującej w zasobach naturalnych; wpływ mutagenów fizycznych i chemicznych na genom; procedurę doświadczenia z zakresu mutagenезы w celu pozyskania mutantów; sposoby indukowania mutacji w kulturach *in vitro* i ich mechanizmy; znaczenie mutagenезы indukowanej w badaniach genetycznych i hodowli mutacyjnej.

*Umiejętności (potrafi):* zaprojektować doświadczenie z zakresu mutagenезы indukowanej; przeprowadzić doświadczenia: zoptymalizowania dawki mutagenu, oceny efektów

somatycznych i genetycznych działania mutagenu, wyprowadzenia linii mutantów i ich selekcji; przeprowadzać analizę genetyczną mutantów.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* uczenia się przez całe życie oraz podnoszenia własnych kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych; pracy w zespole, wykazując odpowiedzialność za siebie i osoby, z którymi współpracuje, wykazując odpowiedzialność za bezpieczeństwo pracy własnej i innych; unikania zagrożeń wynikających z pracy z mutagenami.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **35. Przedmiot do wyboru 4: Polimorfizm DNA**

*Cel kształcenia:* pogłębienie wiedzy na temat występowania różnic w DNA i ich znaczenia dla populacji lub gatunku; nabycie umiejętności konstruowania i prowadzenia eksperymentów identyfikujących polimorfizm DNA oraz wyciągania wniosków z uzyskanych wyników.

*Treści merytoryczne:* zmienność genetyczna; mutacja genetyczna a polimorfizm; różnorodność genetyczna i ewolucja; genetyczne zróżnicowanie populacji; rodzaje polimorfizmu DNA; sekwencje STR (*Short Tandem Repeats*) w badaniach zmienności genetycznej; polimorfizm pojedynczych nukleotydów SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*); polimorfizm długości fragmentów restrykcyjnych RFLP (*Restriction Fragments Length Polymorphism*); metody i sposoby identyfikacji polimorfizmu DNA.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* pojęcia związane z polimorfizmem DNA; techniki eksperymentalne stosowane w badaniach różnych rodzajów polimorfizmu DNA.

*Umiejętności (potrafi):* dobierać i stosować metody biologii molekularnej do badania polimorfizmu DNA; posługiwać się sprzętem laboratoryjnym oraz narzędziami bioinformatycznymi; wykonywać rzetelne kontrole prowadzonych badań, jak również wiarygodną interpretację uzyskanych wyników.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* pracy zespołowej; wykazywania się odpowiedzialnością za ocenę zagrożeń w laboratorium oraz podczas pracy z materiałem biologicznym; przestrzegania zasad bhp w laboratorium.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **36. Przedmiot do wyboru 4: Pracownia modelowania molekularnego**

*Cel kształcenia:* nabycie umiejętności analizy i interpretacji modeli przestrzennych biomolekuł, przedstawiania zjawisk lub obiektów biologii molekularnej w postaci funkcjonalnego modelu oraz analizy i konstrukcji prostego farmakoforu.

*Treści merytoryczne:* analiza i konstruowanie modeli molekularnych ze szczególnym uwzględnieniem podstawowych/kluczowych funkcji lub cech molekuly; modyfikacja modeli molekularnych, konstrukcja farmakoforów, docking i analiza interakcji białko-ligand, przeciwciało-antygen i innych układów przestrzennych biomolekuł.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* metody prezentacji struktur przestrzennych biomolekuł; przenoszenie skali i formy prezentacji molekuly; podstawowe założenia technik CADD; techniki modyfikacji oraz analiz przestrzennych modeli biomolekuł.

*Umiejętności (potrafi):* dokonać analizy oraz modyfikacji modeli przestrzennych biomolekuł; projektować i wykonywać w formie modelu obiekt z zakresu biologii molekularnej; stosować techniki wykorzystywane w CADD i konstrukcji farmakoforów.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współpracy w grupie; zarządzania pracą w zespole; ustawicznego uczenia się.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia, wykłady.

### **37. Przedmiot do wyboru 4: Wielowymiarowa analiza danych**

*Cel kształcenia:* opanowanie metod statystyki matematycznej w zakresie wielowymiarowej analizy danych z wykorzystaniem programu Statistica.

*Treści merytoryczne:* metody badania związków między wieloma zmiennymi i zmiennymi wielocechowymi; ogólne modele liniowe (GLM) – układy wielowymiarowe; uogólnione modele liniowe i nieliniowe (GLZ); ogólne modele regresji (GRM) – układy wielowymiarowe; metody hierarchicznej analizy skupień (CA); analiza dyskryminacyjna (DA); analiza kanoniczna; analiza czynnikowa – analiza składowych głównych; skalowanie wielowymiarowe.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* rolę statystyki jako narzędzia badawczego w naukach biologicznych; zależności między wieloma zmiennymi i zmiennymi wielocechowymi w badaniach biologicznych oraz metody ich analizy.

*Umiejętności (potrafi):* definiować problemy badawcze i hipotezy statystyczne w analizie związków między wieloma zmiennymi i zmiennymi wielocechowymi; wykrywać strukturę i ogólne prawidłowości w związkach między zmiennymi, opisywać i klasyfikować obiekty w przestrzeni wielowymiarowej metodami statystycznymi; stosować procedury statystyczne z pakietu Statistica.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* świadomego stosowania metod wnioskowania statystycznego w badaniach empirycznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **38. Przedmiot do wyboru 5: Bio-algorytmika i programowanie**

*Cel kształcenia:* nabycie umiejętności programowania i projektowania narzędzi bioinformatycznych w wybranych popularnych językach wykorzystywanych w tworzeniu programów bioinformatycznych: Python i Bio-python, zaawansowane algorytmy w R, VisualBasic.

*Treści merytoryczne:* podstawowe pojęcia, techniki programowania, koncepcje projektowania i tworzenia algorytmów, kodów i programów; charakterystyka przykładowych języków w czterech głównych paradygmatach programowania; procedury w projektowaniu aplikacji wykorzystywanej w analizach *in silico*; przykłady algorytmów, funkcji i programów do biologicznych analiz *in silico*; zaprojektowanie teoretycznego schematu aplikacji komputerowej, planowanie działań poprzedzających implementację algorytmu komputerowego; techniki optymalizacji kodu programistycznego; tworzenie podobnych programów w kilku językach programowania (VB, R, Python, PHP).

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* sposób tworzenia algorytmów; różnice w tworzeniu programów kompilowanych, skryptów interpretowanych, makr oraz funkcji w programach; zasady tworzenia programu oraz skryptu wykonywalnego.

*Umiejętności (potrafi):* korzystać z podstawowych narzędzi informatycznych (programowanie) i bioinformatycznych dla celów biologicznych; samodzielnie stworzyć funkcję, makro, skrypt oraz program i wykonać go; stosować stworzony przez siebie program; zmodyfikować kod w programie stworzonym przez inną osobę; użyć elektroniczne źródła informacji.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* ustawicznego i samodzielnego kształcenia się w zakresie nowoczesnych technik; pracy w zespole.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **39. Przedmiot do wyboru 5: Biotechnologia w hodowli zwierząt wodnych / Biotechnology in the Breeding of Aquatic Animals**

*Cel kształcenia:* poznanie biotechnologicznych metod stosowanych w nowoczesnej hodowli bezkręgowych i kręgowych zwierząt wodnych w Polsce i na świecie; poznanie zasad i elementów akwakultury ekologicznej oraz zastosowanie mieszańców i organizmów poliploidalnych w hodowli zwierząt wodnych.

*Treści merytoryczne:* początki, stan obecny i perspektywy rozwoju biotechnologii w hodowli zwierząt, zwłaszcza hodowlanych gatunków zwierząt morskich i słodkowodnych; metody

biotechnologiczne w hodowli wybranych ryb oraz wybranych zwierząt bezkręgowych, głównie skorupiaków i małży; techniki stosowane w chowie i hodowli zwierząt morskich i słodkowodnych; biotechnologia w akwakulturze a bezpieczeństwo żywności; akwakultura ekologiczna, konieczność czy wybór?; wykorzystanie naturalnie występujących procesów, takich jak hybrydyzacje i poliploidie w hodowli zwierząt wodnych; cechy budowy funkcjonalnej hodowlanych zwierząt wodnych; sekcja ryby – obserwacja narządów płciowych; ocena dojrzałości i jakości komórek rozrodczych; kriokonserwacja nasienia; przeprowadzenie sztucznego rozrodu; analiza preparatów histologicznych erytrocytów ryb diploidalnych i triploidalnych; analiza ploidii w cytometrze przepływowym; wizyta w firmie/zakładzie produkcyjnym, gospodarstwie rybackim lub ośrodku doświadczalnym, stosującym metody biotechnologiczne, np. poliploidyzacje, jednopłciowy rozród.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* metody biotechnologiczne stosowane w hodowli zwierząt wodnych; możliwości i potencjalne skutki stosowania metod biotechnologicznych.

*Umiejętności (potrafi):* wskazać metody biotechnologiczne stosowane w hodowli zwierząt wodnych: morskich i słodkowodnych; wybrać i zastosować wybrane techniki biotechnologiczne w hodowli niektórych zwierząt wodnych; wskazać możliwości i potencjalne zagrożenia stosowania biotechnologii w hodowli zwierząt wodnych; pracować samodzielnie i współpracować w grupie.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* uczenia się przez całe życie; podnoszenia poziomu wiedzy nt. technik i metod biotechnologicznych i możliwości ich zastosowania w hodowli zwierząt wodnych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

#### **40. Przedmiot do wyboru 5: Cukry w procesach biotechnologicznych**

*Cel kształcenia:* poszerzenie wiedzy na temat budowy, właściwości i znaczenia węglowodanów; poznanie współczesnych metod biotechnologicznych do produkcji cukrów i zamienników cukrowych oraz zastosowania cukrów w różnych gałęziach przemysłu.

*Treści merytoryczne:* budowa, podział i właściwości węglowodanów; reakcje charakterystyczne cukrów; występowanie węglowodanów i zastosowanie cukrów w przemyśle spożywczym, kosmetycznym, farmaceutycznym; procesy biotechnologiczne do izolacji cukrów i wytwarzania zamienników cukrowych naturalnych i sztucznych; identyfikacja nieznanego cukru w próbie z wykorzystaniem reakcji charakterystycznych; hydroliza kwaśna i enzymatyczna skrobi (wykrywanie produktów kwaśnej hydrolizy skrobi z wykorzystaniem roztworu Benedicta, trawienie skrobi własnym preparatem amylazy ślinowej – reakcja barwna z jodem); oznaczenie ilościowe węglowodanów metodą wysokosprawnej chromatografii cieczerwowej HPLC (kalibracja, wyznaczenie krzywej standardowej oraz oznaczenie ilościowe wybranych mono- i disacharydów); oznaczenie zawartości cukrów w miodach metodą HPLC (przygotowanie prób i wzorcowanie, oznaczenie i opracowanie wyników); wykrywanie cukrów metodą chromatografii cienkwarstwowej TLC; izolacja glikogenu z wątroby metodą Pflugera wg Samogyi przez traktowanie tkanki gorącą zasadą.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* współczesne metody biotechnologiczne wykorzystywane do detekcji i izolacji cukrów oraz wytwarzania zamienników cukrowych; zastosowanie cukrów i ich zamienników w różnych gałęziach przemysłu; zasady planowania i przeprowadzania eksperymentów i obserwacji laboratoryjnych; w pogłębionym stopniu kluczowe zagadnienia w zakresie chemii, biochemii i biotechnologii węglowodanów; zasady przygotowania i prezentowania opracowań naukowych z zakresu metod biotechnologicznych wykorzystywanych w detekcji i izolacji cukrów oraz produkcji i zastosowania zamienników cukrowych.

*Umiejętności (potrafi):* posługiwać się technikami laboratoryjnymi stosowanymi w laboratorium biochemicznym; wykonać analizy jakościowe i ilościowe węglowodanów; obsługiwać aparaturę badawczą; krytycznie analizować i oceniać uzyskane wyniki, dokonywać syntezy i formułować wnioski w formie pisemnej i ustnej; wykorzystywać obiektywne źródła informacji naukowej; aktualizować wiedzę z zakresu chemii, biochemii i biotechnologii cukrów; pracować w zespole, przyjmując różnorodne role i określając priorytety; brać odpowiedzialność za powierzony zakres prac analitycznych, za pracę własną i innych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* krytycznej oceny poziomu wiedzy własnej oraz innych; przestrzegania uniwersalnych zasad i norm w laboratorium biochemicznym oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

#### **41. Przedmiot do wyboru 5: Filogenomika**

*Cel kształcenia:* poznanie nowych wyzwań i możliwości związanych z analizą ewolucyjną kompletnych genomów; nabycie umiejętności rekonstrukcji genomu w oparciu o sekwencjonowanie bibliotek metodą NGS; poznanie metod porównywania kompletnych genomów, ich partycjonowania i analizy filogenomicznej; pogłębianie umiejętności prawidłowej interpretacji otrzymywanych wyników w świetle biologii i historii ewolucyjnej badanego genomu.

*Treści merytoryczne:* filogenomika – definicja, rys historyczny, znaczenie w badaniach stosowanych, taksonomicznych i ewolucyjnych; filogenomika a filogenetyka – podobieństwa i różnice; problemy w analizie filogenomicznej i sposoby ich rozwiązywania; współczesne metody pozyskiwania danych do analiz filogenomicznych; metody otrzymywania i rekonstrukcji genomów, metody konstrukcji i zasady konstrukcji drzew w oparciu o sekwencje kompletnych genomów.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* pojęcia związane z filogenomiką; metody analizy danych genomicznych pod względem ewolucyjnym; zasady rekonstrukcji drzew i partycjonowania danych.

*Umiejętności (potrafi):* przygotować zbiór danych do analizy filogenomicznej; zoptymalizować modele ewolucyjne dla podzbiorów danych; dopasować typ analizy do zbioru danych i dostępnych zasobów obliczeniowych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* poszerzania wiedzy z zakresy ewolucji i filogenomiki; do samodzielnej pracy, jak również pracy w zespole, przyjmując w nim różne role.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

#### **42. Przedmiot do wyboru 5: Mykologia medyczna**

*Cel kształcenia:* poznanie biologii grzybów potencjalnie chorobotwórczych dla człowieka i zwierząt oraz podstawowych metod laboratoryjnej diagnostyki mykologicznej.

*Treści merytoryczne:* grzyby chorobotwórcze a potencjalnie chorobotwórcze – definicja, cechy, taksonomia, przykłady; ekologia grzybów potencjalnie chorobotwórczych; schorzenia wywoływane przez grzyby; poziomy biobezpieczeństwa grzybów a grupy zagrożenia mikrobiologicznego; drożdże chorobotwórcze dla człowieka: biologia, gatunki, przykłady schorzeń; grzyby dimorficzne – znaczenie w mykologii medycznej; grzyby keratynolityczne a dermatofity (charakterystyka, przykłady); grzyby pleśniowe ważne w mykologii medycznej; czynniki predysponujące do rozwoju grzybic; grupy ryzyka infekcji grzybami; patomechanizm zakażeń grzybiczych; I i II linia obrony; leki przeciwgrzybicze – mechanizm działania, przykłady; profilaktyka grzybic; podstawy diagnostyki mykologicznej; wartość diagnostyczna preparatów bezpośrednich; makro- i mikrohodowle na wybranych podłożach; obserwacja i analiza wzrostu w makro- i mikrohodowlach; wybrane metody diagnostyczne stosowane w diagnostyce grzybów drożdżopodobnych, pleśniowych i dermatofitów.



*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* etapy diagnostyki mykologicznej grzybów potencjalnie chorobotwórczych dla człowieka i zwierząt; laboratoryjne metody badania grzybów; zasady Dobrej Techniki Mikrobiologicznej.

*Umiejętności (potrafi):* przeprowadzać diagnostykę mykologiczną; założyć i monitorować hodowle izolatów grzybów *in vitro*; wykorzystać komputerową analizę obrazu; postępować z materiałem biologicznym zgodnie z zasadami bhp.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* świadomej aktualizacji wiedzy mykologicznej w aspekcie medycznym.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **43. Przedmiot do wyboru 5: Wpływ postępu technologicznego na zdrowie człowieka**

*Cel kształcenia:* analiza i ocena czynników fizycznych, chemicznych i biologicznych, negatywnie wpływających na narządy oraz funkcjonowanie człowieka; rozpoznawanie obrazów mikroskopowych narządów człowieka zmienionych chorobowo; rozumienie znaczenia prawidłowej budowy narządów dla prawidłowego przebiegu procesów życiowych w organizmie człowieka; nabycie umiejętności korzystania z fachowego piśmiennictwa w celu przygotowania prezentacji z zakresu przedmiotu.

*Treści merytoryczne:* wprowadzenie w tematykę przedmiotu – zagrożenia dla zdrowia ludzi wynikające z rozwoju technologicznego; fałszywe mity o zdrowiu; ograniczenia wynikające z badań nad wpływem różnych czynników na organizm człowieka i główne czynniki wpływające na wielkość ryzyka; wpływ zanieczyszczenia powietrza na organizm ludzki; zagrożenie zdrowia hałasem i drganiami; wpływ promieniowania nadfioletowego i jonizującego na zdrowie ludzi; największe katastrofy elektrowni jądrowych i ich skutki; wpływ żywności produkowanej na skalę przemysłową na organizm człowieka; rozwój elektroniki użytkowej i jej wpływ na populację ludzką; struktura umieralności ludzi na świecie i w Polsce.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* fizyczne, chemiczne i biologiczne czynniki wpływające negatywnie na funkcjonowanie narządów; wygląd narządów człowieka zmienionych chorobowo; znaczenie prawidłowej budowy tkanek i narządów dla prawidłowego przebiegu procesów życiowych w organizmie.

*Umiejętności (potrafi):* analizować i oceniać czynniki negatywnie wpływające na narządy i funkcjonowanie człowieka; wykonać samodzielną obserwację mikroskopową, tj. prawidłowo analizować obrazy mikroskopowe, rozpoznać określone szczegóły w obrazie mikroskopowym oraz wykonać poprawną dokumentację z obserwacji; korzystać z fachowej literatury oraz przygotować prezentacje z zakresu przedmiotu.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* poszerzania wiedzy; pracy samodzielnej lub zespołowej, postępowania zgodnie z zasadami etyki.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **IV. GRUPA TREŚCI ZWIĄZANYCH Z ZAKRESEM KSZTAŁCENIA**

### **IV.1. ZAKRES KSZTAŁCENIA: BIOTECHNOLOGIA FARMACEUTYCZNA**

#### **1. Biochemia w kosmetyce**

*Cel kształcenia:* poznanie zagadnień związanych z funkcjonowaniem branży kosmetycznej oraz pogłębienie wiedzy w zakresie budowy i działania naturalnych lub syntetycznych związków o właściwościach dermoprotekcyjnych i dermoodżywczych; uwrażliwienie na aspekty praktyczne zagadnień związanych ze zdrowiem i jakością życia człowieka, w tym również w kontekście odpowiedzialności producenta kosmetyków; kształcenie postawy świadomego i odpowiedzialnego postępowania w życiu prywatnym i zawodowym.

*Treści merytoryczne:* kontekst historyczny rozwoju branży kosmetycznej; definicja i klasyfikacja produktów kosmetycznych; zagadnienia formalno-prawne związane z produktami kosmetycznymi; zagadnienia związane z wprowadzaniem kosmetyku na rynek i oceną bezpieczeństwa ich stosowania; badania skuteczności kosmetyków; działania niepożądane kosmetyków; systemy nośnikowe i ich zastosowanie w kosmetykach; nanokosmetyki; biodostępność składników aktywnych; budowa i działanie wybranych związków bioaktywnych stosowanych w preparatach kosmetycznych oraz podczas zabiegów kosmetycznych; pozyskiwanie z surowców wybranych związków i ich identyfikacja, analiza i dyskusja mechanizmów działania, szacowanie skuteczności na podstawie informacji z raportów bezpieczeństwa oraz innych dostępnych źródeł; zagadnienia związane z formułą preparatów kosmetycznych w praktyce (sporządzanie emulsji kosmetycznej lub środków higieny osobistej wzbogaconych związkami biologicznie aktywnymi); zastosowanie komórek macierzystych w kosmetykach i zabiegach medycyny estetycznej; nutrikosmetyka i nutrigenomika.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* historię rozwoju i zagadnienia formalno-prawne związane z branżą kosmetyczną, terminologię stosowaną w kosmologii; metody oceny bezpieczeństwa produktów i/lub ich składników zgodne z obowiązującą ideą 3R; działania niepożądane kosmetyków; podstawowy skład produktu kosmetycznego i grupy związków bioaktywnych (podaje przykłady); możliwości wykorzystania komórek macierzystych w branży kosmetycznej i medycynie estetycznej; zasady metod i działania sprzętu laboratoryjnego wykorzystywanego do analizy składników kosmetyków.

*Umiejętności (potrafi):* dobrać składniki do sporządzenia kosmetyku o określonym działaniu; ocenić potencjalną skuteczność preparatu w określonym problemie dermatologicznym; przeprowadzić analizę składników kosmetyku lub surowców wykorzystywanych do jego sporządzenia; poprawnie zinterpretować i przedstawić wyniki przeprowadzonych doświadczeń; pozyskać i przetworzyć informację naukową; pracować indywidualnie i w zespole.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* wdrażania rozwiązań związanych z utrzymaniem zdrowia i ogólnego dobrostanu człowieka; stosowania zasad etycznych w zakresie odpowiedzialności pracownika branży/producenta kosmetyków za bezpieczeństwo konsumenta i ochronę środowiska; stałego aktualizowania swojej wiedzy i podnoszenia kompetencji zawodowych; przestrzegania zasad bhp pracy w laboratorium.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **2. Biopolimery w medycynie i farmacji**

*Cel kształcenia:* nabycie umiejętności prowadzenia procesu biotechnologicznego w kierunku syntezy biopolimerów do zastosowań w medycynie i farmacji.

*Treści merytoryczne:* podział materiałów biopolimerowych ze względu na rodzaj kontaktu z organizmem ludzkim; biomateriały jako implanty, protezy oraz nośniki leków; drobnoustroje zaangażowane w syntezę biopolimerów do zastosowań w medycynie i farmacji; warunki hodowli mikroorganizmów stosowane do syntezy biopolimerów; właściwości biopolimerów warunkujące ich zastosowanie w medycynie i farmacji.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* możliwości zastosowania biopolimerów w medycynie i farmacji; powiązania budowy chemicznej biopolimerów z ich właściwościami fizycznymi i chemicznymi; związek pomiędzy warunkami hodowlanymi a efektywnością syntezy polimerów przez mikroorganizmy.

*Umiejętności (potrafi):* planować, opisać oraz przeprowadzić hodowlę drobnoustrojów w kierunku syntezy biopolimerów; oszacować możliwości zastosowania bakterii, grzybów oraz źródeł węgla, azotu i fosforu w celu efektywnej syntezy biopolimerów do zastosowań

w medycynie i farmacji; przewidywać właściwości biopolimerów biorąc pod uwagę typ drobnoustroju oraz zastosowane warunki hodowlane.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* kreatywnego i przedsiębiorczego działania z uwzględnieniem zasad bhp; ciągłego poszerzania wiedzy; krytycznej oceny swojej wiedzy i umiejętności.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

### **3. Chemia farmaceutyczna**

*Cel kształcenia:* poznanie zasad projektowania i stosowania substancji leczniczych oraz molekularnych układów diagnostycznych.

*Treści merytoryczne:* kosztochłonność i czasochłonność procesu wprowadzenia leku na rynek; wybór celów i sposoby projektowania leków; sposoby aplikacji leków (w tym nośniki leków); molekularne metody diagnostyczne (w tym omiki); regeneracja tkanek i narządów.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* ekonomiczne i ekologiczne aspekty projektowania substancji i układów leczniczych oraz metod diagnostycznych; chemiczne zasady medycyny regeneracyjnej.

*Umiejętności (potrafi):* zaproponować sposób zbadania substancji leczniczej; zastosować odpowiednią technikę diagnostyczną; zaproponować sposób prowadzenia badań przedklinicznych i klinicznych; pracować samodzielnie i w zespole, przyjmując w nim różne role.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* odpowiedzialnego wdrażania zasad badania farmaceutyków i urządzeń diagnostycznych; poszerzania wiedzy chemicznej na potrzeby dalszego samokształcenia.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **4. Chemia związków naturalnych**

*Cel kształcenia:* poznanie wybranych grup związków chemicznych obecnych w przyrodzie, ich budowy chemicznej, właściwości oraz funkcji; zapoznanie się z ich znaczeniem dla organizmu pierwotnego (gospodarza) i wtórnego (użytkownika) oraz biosynteza i praktycznym zastosowaniem w biotechnologii, ze szczególnym uwzględnieniem aplikacji spożywczych, kosmetycznych i farmaceutycznych.

*Treści merytoryczne:* klasyfikacja związków naturalnych, występowanie i biosynteza w organizmie żywym; ich znaczenie dla gospodarza; toksyczność i biotransformacja związków naturalnych; metody identyfikowania (analiza ręczna i instrumentalna, analiza jakościowa, strukturalna, ilościowa) i izolowania związków naturalnych z badanego materiału (ekstrakcja, chromatografia, sączenie, wirowanie i inne); synteza prostych związków naturalnych; ocena czystości preparatu zawierającego wybrane substancje istotne w biotechnologii; bioaktywne substancje naturalne, definicja, wykorzystanie praktyczne; zastosowanie związków naturalnych w farmacji, kosmetologii i przemyśle spożywczym; związki naturalne w produktach codziennego użytku.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* w poszerzonym zakresie podstawowe działy chemii i biochemii; metody identyfikacji, izolowania z materiału badawczego oraz syntezy i charakterystyki związków naturalnych; przykłady zastosowań związków naturalnych w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym i kosmetycznym.

*Umiejętności (potrafi):* prawidłowo zaplanować eksperymenty chemiczne i zweryfikować uzyskane wyniki; objaśnić sposoby powstawania wybranych związków chemicznych w środowisku naturalnym; wydzielić związek chemiczny z naturalnego źródła, zidentyfikować go i ocenić jakość uzyskanej próbki.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* samodzielnego podejmowania działań w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy chemicznej i biochemicznej; współdziałania w zespole i rozwiązywania problemów dotyczących badań naukowych; zachowania uczciwości

intelektualnej i przestrzegania etyki zawodowej, zarówno w działaniach własnych, jak i innych osób.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **5. Farmakognozja**

*Cel kształcenia:* poznanie surowców roślinnych, ziół oraz sposobów ich wykorzystania; poznanie budowy chemicznej, właściwości fizykochemicznych, biologicznych i farmakologicznych związków chemicznych obecnych w surowcach roślinnych; poznanie wybranych metod wykorzystywanych w celu określania surowców roślinnych.

*Treści merytoryczne:* fitochemiczne podstawy farmakognozji; metody badań surowców roślinnych; surowce naturalne i farmakognostyczne; charakterystyka surowców zawierających lipidy, aminy, aminokwasy pochodne aminokwasów, kwasy organiczne, witaminy, olejki eteryczne, saponiny, glikozydy nasercowe, alkaloidy, związki fenolowe i garbniki; charakterystyka, występowanie i zastosowanie surowców roślinnych zawierających metabolity wtórne; analiza anatomiczna i morfologiczna roślin o znaczeniu farmakognostycznym, analiza wybranych aktywnych składników farmaceutycznych.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* nowoczesne metody i techniki stosowane w analizie wybranych aktywnych składników farmaceutycznych, w zakresie podstawowych surowców zawierających roślinne metabolity wtórne.

*Umiejętności (potrafi):* rozróżnić materiał farmakognostyczny, przeprowadzić analizy materiału roślinnego o znaczeniu farmakognostycznym.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* doceniania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów i zadań w zakresie biotechnologii.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **6. Farmakokinetyka leków**

*Cel kształcenia:* poznanie podstawowych zagadnień z zakresu farmakokinetyki leków, w tym interakcji farmakokinetycznych; nabycie podstawowych umiejętności laboratoryjnych związanych z prowadzeniem badań farmakokinetycznych z zastosowaniem wysokosprawnej chromatografii cieczowej; nabycie umiejętności interpretacji wyników uzyskanych z badań farmakokinetycznych.

*Treści merytoryczne:* farmakokinetyka ogólna – definicje, nomenklatura, losy leków w organizmie w oparciu o układ LADME (uwalnianie wchłanianie, dystrybucja, metabolizm oraz wydalanie leków), rozmieszczanie cząsteczek leku w czasie; parametry farmakokinetyczne – definicja, istota, interpretacja; drogi podawania leków; interakcje farmakokinetyczne; wykorzystywanie właściwości fizykochemicznych leków w modelowaniu procesów farmakokinetycznych; podstawy techniki wysokosprawnej chromatografii cieczowej – typy urządzeń i detektorów używanych w analizie chromatograficznej, charakterystyka i dobór kolumn chromatograficznych, określanie warunków ekstrakcji, rodzajów eluentów i matryc biologicznych, interpretacja chromatogramów; zasady pracy w laboratorium analiz chromatograficznych, przygotowywanie próbek do analizy chromatograficznej; przygotowanie chromatografu do pracy oraz oznaczanie badanej substancji w oparciu o następujący schemat postępowania: określenie właściwości analitu, dobór detektora, kolumny, eluentów i warunków elucji, standardu wewnętrznego, przeprowadzenie ekstrakcji, przekazanie końcowego produktu analizy chemicznej do układu chromatograficznego; analiza otrzymanych chromatogramów, interpretacja wyników, rozwiązywanie problemów powstałych podczas analizy; przeprowadzenie symulacji komputerowej procesów farmakokinetycznych danego chemioterapeutyku.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* układ LADME; parametry farmakokinetyczne; interakcje farmakokinetyczne; technikę wysokosprawnej chromatografii cieczowej; narzędzia

informatyczne umożliwiające pozyskiwanie i interpretację danych farmakokinetycznych; właściwości fizykochemicznych leków w modelowaniu procesów farmakokinetycznych; zasady pracy w laboratorium analiz chromatograficznych oraz proces przygotowywania próbek do analizy chromatograficznej.

*Umiejętności (potrafi):* przygotować próbkę do analizy chromatograficznej; wykonać analizę chromatograficzną oraz zinterpretować uzyskane wyniki, tj. wartości uzyskane dla poszczególnych parametrów farmakokinetycznych; stosować metody statystyczne oraz techniki i narzędzia informatyczne do opisu zjawisk i analizy danych z zakresu farmakokinetyki leków.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* wykazywania inicjatywy w działaniach; ustawicznego pogłębiania wiedzy i doskonalenia umiejętności.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **7. Farmakologia**

*Cel kształcenia:* poznanie większości grup leków (znajdujących zastosowanie w medycynie człowieka) w zakresie ich: mechanizmu działania, efektów farmakologicznych, zastosowania klinicznego, działań niepożądanych, przeciwwskazań do stosowania oraz interakcji; nabycie umiejętności właściwej interpretacji i rozumienia charakterystyk produktów leczniczych i monografii (jak i innych tego typu opracowań) poświęconym poszczególnym grupom lekowym czy indywidualnym lekom; nabycie umiejętności wykazania wzajemnego powiązania pomiędzy mechanizmami działania i/a efektami farmakologicznymi leków a ich zastosowaniem klinicznym i działaniami niepożądanymi.

*Treści merytoryczne:* farmakologia ogólna: definicje, nomenklatura, podstawy farmakodynamiki, interakcje leków; farmakologia szczegółowa: farmakoterapia zakażeń i inwazji pasożytniczych (leki przeciwbakteryjne, przeciwgrzybicze, przeciwwirusowe i przeciw pasożytnicze); farmakologia układu autonomicznego (parasympatykolityki, parasympatykomimetyki, sympatykolityki, sympatykomimetyki); leki moczopędne; farmakologia układu krążenia (leki stosowane w terapii niewydolności serca, choroby niedokrwiennej serca, arytmii oraz nadciśnienia tętniczego); farmakologia krwi (preparaty krwi, leki krwiozastępcze, leki przeciwkrwotoczne i przeciwzakrzepowe); leki przeciwmiażdżycowe; farmakologia ośrodkowego układu nerwowego (leki przeciwpowietrzające, przeciwdepresyjne, normotymiczne, przeciwłękowe i przeciwpadaczkowe); leki wpływające na mięśnie i przewodnictwo nerwowo-mięśniowe; farmakologia układu oddechowego (leki przeciwastmatyczne, mukolityczne, wykrztuśne i przeciwkaszlowe); farmakologia układu pokarmowego (leki stosowane w chorobie wrzodowej, prokinetyczne, przeciwwymiotne, wymiotne, spazmolityczne, obniżające łaknienie, przeciwbiegunkowe, przeczyszczające i in; steroidowe i niesteroidowe leki przeciwzapalne; leki przeciwhistaminowe; immunofarmakologia (leki immunostymulujące i leki immunosupresyjne); leki cytostaticzne; farmakologia hormonów przysadki, nadnerczy, tarczycy i płciowych (w tym leki antykoncepcyjne); farmakoterapia cukrzycy; leki stosowane w terapii dny moczanowej.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe pojęcia farmakologiczne; poszczególne grupy leków w zakresie ich mechanizmu działania, efektów farmakologicznych, zastosowania klinicznego, działań niepożądanych, przeciwwskazań do stosowania i interakcji; mechanizmy działania leków, efekty farmakologiczne i interakcje większości grup leków; kierunki i możliwości leczenia najczęściej występujących jednostek chorobowych.

*Umiejętności (potrafi):* posługiwać się fachowym słownictwem z zakresu farmakologii oraz przyporządkować poszczególne leki do odpowiednich grup terapeutycznych; właściwie zinterpretować zapisy w charakterystykach produktów leczniczych i monografii (jak i innych tego typu opracowań) poświęconych właściwościom farmakologicznym poszczególnych grup

lekowych czy indywidualnym lekiem; powiązać mechanizmy działania leków z ich efektami farmakologicznymi oraz mechanizmy działania i efekty farmakologiczne leków z ich zastosowaniem klinicznym i działaniami niepożądanymi; pozyskać informacje o lekach dopuszczonych do obrotu lekach z uwzględnieniem ich bezpiecznego przechowywania i utylizacji; ocenić/określić toksyczność różnych grup leków.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* wykazywania inicjatywy w działaniach; aktywnej aktualizacji wiedzy z zakresu przedmiotu; ustawicznego pogłębiania wiedzy i doskonalenia umiejętności.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **8. Laboratorium zaawansowanych metod biotechnologii molekularnej**

*Cel kształcenia:* poznanie zaawansowanych metod badawczych z zakresu biotechnologii molekularnej stosowanych w badaniach transkryptomicznych, genomicznych i proteomicznych; nabycie umiejętności wyboru, planowania eksperymentów i stosowania poznanych metod biotechnologii molekularnej oraz zdolność właściwej analizy, interpretacji i prezentacji uzyskanych wyników.

*Treści merytoryczne:* system mikrodysekcji laserowej – izolacja materiału biologicznego z preparatów mikroskopowych do badań molekularnych; automatyczne sekwencjonowanie DNA (ABI 3130); przygotowywanie reakcji sekwencyjnych, analiza uzyskanych sekwencji; metody przygotowania bibliotek genomowych; zapoznanie się z programami do analizy wyników sekwencjonowania nowej generacji (NGS); asemblacja sekwencji *de novo* oraz w oparciu o genom referencyjny; poszukiwanie loci mikrosatelitarnych w genomie jądrowym; analiza danych metagenomicznych; mikromacierze – różne typy, wybór analizy, hybrydyzacja, skanowanie mikromacierzy oraz analiza uzyskanych wyników (techniki i platformy bioinformatyczne); analiza cytometryczna – zastosowanie cytometru przepływowego do identyfikacji komórek immunokompetentnych we krwi świni domowej, analiza komputerowa uzyskanych wyników; bazy danych; spektrometria mas (budowa i działanie spektrometru mas, połączenie spektrometrii mas z chromatografią, spektrometry kwadrupolowe, MALDI-TOF, LC-MS); zastosowanie elektroforezy dwukierunkowej (2DPAGE) do rozdziału oraz analizy porównawczej proteomów; analiza spektrometryczna białek; narzędzia bioinformatyczne w identyfikacji białek; zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium biologii molekularnej.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* metody i procedury badawcze pozwalające na poznanie złożonych procesów biologicznych na różnych poziomach ich organizacji; metodologię pracy badawczej w warunkach laboratoryjnych; programy informatyczne i biologiczne bazy danych, umożliwiające przygotowanie i opracowanie danych do publikacji; podstawowe zasady ergonomii, higieny i bezpieczeństwa pracy z materiałem biologicznym.

*Umiejętności (potrafi):* stosować zaawansowane techniki i narzędzia badawcze wykorzystywane w biotechnologii molekularnej; obsługiwać aparaturę badawczą stosowaną w naukach biologicznych (do badań na poziomie molekularnym, komórkowym); korzystać z publicznie dostępnych biologicznych baz danych; interpretować dane empiryczne, będące podstawą formułowania wniosków i teorii.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współdziałania i pracy w grupie, przyjmując różne role oraz odpowiednio określać priorytety realizowanych zadań i projektów; postępowania zgodnie z zasadami bioetyki i etyki zawodowej i zapobiegania ich łamaniu; systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi, popularnonaukowymi i internetowymi zasobami informacji, związanymi z biologią w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy oraz jej praktycznego zastosowania (odpowiedzialność za własny rozwój osobisty i zawodowy); upowszechniania zasady ścisłego, opartego na danych empirycznych, interpretowania zjawisk i procesów biologicznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

## **9. Technologia postaci leku**

*Cel kształcenia:* poznanie właściwości farmaceutycznych poszczególnych postaci leku; nabycie wiedzy dotyczącej procesów przemysłowej produkcji poszczególnych postaci leku; sporządzanie poszczególnych recepturowych postaci leku; poznanie prawa farmaceutycznego oraz systemów kontroli jakości wybranych postaci leków.

*Treści merytoryczne:* wprowadzenie do technologii postaci leku (zasady wykonywania/produkcji poszczególnych postaci leku); charakterystyka (definicja, sporządzanie/produkcja, rodzaje i zastosowanie) podstawowych postaci leków: tabletki, kapsułki, granulaty, roztwory, krople, syropy, zawiesiny, emulsje, mieszanki, maści, kremy, proszki, czopki, postaci inhalacyjne, preparaty pozajelitowe, napary, odwary, maceraty, nalewki, wyciągi, zioła oraz postaci leku stosowane do oczu; postaci leków o zmodyfikowanym uwalnianiu; systemy terapeutyczne; ocena jakości (tożsamości i czystości) leków; Dobra Praktyka Wytwarzania; prawo farmaceutyczne; praktyczne wykonywanie wybranych postaci leków (tj. roztworów, maści, proszków, czopków, nalewek, odwarów i naparów).

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* nazewnictwo, skład, strukturę i właściwości poszczególnych postaci leku; wymagania stawiane różnym postaciom produktów leczniczych; podstawowe procesy technologiczne stosowane w produkcji/sporządzaniu poszczególnych postaci leku; urządzenia stosowane w technologii wytwarzania postaci leku; metody sporządzania płynnych, półstałych i stałych postaci leku w skali laboratoryjnej i przemysłowej; metody postępowania aseptycznego oraz uzyskiwania jałowości produktów leczniczych, substancji i materiałów; rodzaje opakowań i systemów dozujących i zasady ich doboru w celu zapewnienia odpowiedniej jakości; metody badań oceny jakości postaci leku; czynniki wpływające na trwałość leku, procesy, jakim może podlegać lek podczas przechowywania; metody badania trwałości produktów leczniczych; zasady funkcjonowania omawianych na zajęciach systemów jakości.

*Umiejętności (potrafi):* ocenić właściwości postaci leku oraz omówić sposób ich sporządzania/produkcji; wyjaśnić znaczenie formy farmaceutycznej i składu produktu leczniczego dla jego działania; określić sposób stosowania danej postaci leku; scharakteryzować czynniki, które wpływają na trwałość postaci leku; wykonać podstawowe badania w zakresie oceny jakości postaci leku; sporządzić ważniejsze postaci leku recepturowego.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* wykazywania inicjatywy w działaniach; aktywnej aktualizacji wiedzy z zakresu przedmiotu; ustawicznego pogłębiania wiedzy i doskonalenia umiejętności.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **IV.2. ZAKRES KSZTAŁCENIA: BIOTECHNOLOGIA MOLEKULARNA**

### **1. Biotechnologia w rozrodzie zwierząt**

*Cel kształcenia:* poznanie nowoczesnych metod stosowanych w biotechnologii rozrodu zwierząt – metod zwiększania potencjału rozrodczego, manipulacji na gametach i zarodkach oraz ich rekonstrukcji, a także wybranych metod rozrodu wspomaganego; poznanie możliwości wykorzystania wczesnych zarodków ptaków w inżynierii embrionalnej; pogłębienie wiedzy w zakresie światowych osiągnięć biotechnologii rozrodu zwierząt oraz oceny korzyści i zagrożeń wynikających ze stosowania metod biotechnologii rozrodu zwierząt.

*Treści merytoryczne:* techniki zwiększania potencjału rozrodczego samic; metody superowulacji i synchronizacji; techniki manipulacji na zarodkach – rekonstrukcje, mikrochirurgia, kriokonserwacja i długotrwałe *in vitro* hodowle zarodków; zaburzenia

rozwojowe zwierząt hodowlanych uzyskanych w warunkach *in vitro*; zmiany epigenetyczne w oocytach i zarodkach i ich konsekwencje; osiągnięcia biotechnologii w rozrodzie na świecie i w Polsce; rozwój embrionalny człowieka i techniki wspomaganego rozrodu stosowane w niepłodności człowieka; wspomagany rozród człowieka: powody i wykorzystywane technologie; gametogeneza – przebieg i regulacja; swoiste cechy oocytów – powstawanie, fazy dojrzewania oocytów i możliwości modyfikacji tych procesów; metody pozyskiwania, dojrzewania *in vitro* i kriokonserwacji oocytów; molekularne mechanizmy rozpoznania między gametami i mechanizm zapłodnienia; metody zapłodnienia *in vitro* i ich efektywność; metody pozyskiwania zarodków z macicy i jajowodu; wczesny rozwój zarodkowy – możliwości modyfikacji i rekonstrukcji zarodków na różnych etapach rozwoju; różnicowanie komórkowe zarodków – mechanizmy i możliwości ich modyfikacji; manipulacje na zarodkach zwierząt (różne gatunki); metody klonowania somatycznego: cele, postępowanie metodyczne, efektywność, korzyści i zagrożenia; wpływ czynników epigenetycznych na rozwój i cechy zarodków, płodów i organizmów dojrzałych; pierwotne komórki zarodkowe, komórki macierzyste i indukowane komórki pluripotentne – możliwości zastosowania w biotechnologii rozrodu; uzyskiwanie i wykorzystanie zwierząt transgenicznych; problemy etyczne związane z manipulacjami na gametach i zarodkach. Aspekty praktyczne: izolacja oocytów z jajników krów i świń; klasyfikowanie oocytów pod kątem ich przydatności do zapłodnienia *in vitro*. prowadzenie hodowli i dojrzewanie oocytów *in vitro* – ocena efektów; przygotowanie nasienia buhaja do zapłodnienia *in vitro*: wykonanie testu swim-up, barwienie plemników eozyną, test oporności osmotycznej; kapacytacja *in vitro*; próba zapłodnienia *in vitro* oocytów krów i ocena efektywności procedury; manipulacje na zarodkach ptaków: otwieranie zapłodnionych jaj, iniekcje do tarczki zarodkowej, rozszczepienie nieinkubowanej blastodermi, założenie hodowli *in ovo* i ocena efektów hodowli *in ovo*; metody wykonywania "okienek" - eggs windowing, izolacja tarczki zarodkowej z jaj kury, zakładanie hodowli *in vitro* oraz ocena jej efektywności; określanie płci zarodków ptaków za pomocą metod molekularnych; badanie właściwości drażniących wybranych substancji chemicznych (w tym kosmetyków) z wykorzystaniem zarodków kury – wykonanie testu Leupkego; rozwój embrionalny człowieka oraz techniki rozrodu wspomaganego, stosowane u ludzi – „Podróż do wnętrza ludzkich zarodków” – zajęcia w pracowni komputerowej; izolacja i hodowla *in vitro* skrawków tkanek macicy i jajowodu świni domowej w celu oceny jakości tkanej i określenia potencjału rozrodczego samic; metody pozyskiwania zarodków z macicy i jajowodu; badanie wpływu pola elektromagnetycznego (PEM) o ekstremalnie niskiej częstotliwości na funkcje rozrodcze samca; ocena żywotności i czasu przeżycia plemników po ekspozycji na PEM; metody biotechnologiczne stosowane w hodowli bydła i/lub ryb – spotkanie z pracodawcą oraz zajęcia terenowe (opcjonalnie); konsekwencje zmian epigenetycznych a rozwój zarodków i zdrowie potomstwa.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* potencjał rozrodczy samic i posiada wiedzę dotyczącą technik stosowanych w celu jego zwiększania; techniki rozrodu wspomaganego stosowane u ludzi i potencjalne ryzyko z nimi związane; zaawansowane metody manipulacji na zarodkach i gametach zwierząt; współczesne trendy w biotechnologii rozrodu; dylematy, potencjalne zagrożenia i konsekwencje wynikające ze stosowania metod rozrodu wspomaganego; wybrane aspekty związane z oddziaływaniem środowiska na potencjał rozrodczy samic i samców.

*Umiejętności (potrafi):* pracować z tkankami układu rozrodczego w warunkach *in vitro*; stosować metody biotechnologiczne wykorzystywane w rozrodzie zwierząt; korzystać z wiedzy eksperckiej.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współpracy w zespole; oceny ryzyka związanego ze stosowaniem metod biotechnologicznych w regulacji funkcji rozrodczych; krytycznej analizy i oceny współczesnej wiedzy, dotyczącej biotechnologii rozrodu.



*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **2. Diagnostyka cytogenetyczna zwierząt**

*Cel kształcenia:* poznanie problematyki aberracji chromosomowych oraz ich efektów fenotypowych spotykanych u zwierząt, a także możliwości wykorzystania narzędzi cytogenetyki klasycznej i molekularnej w diagnostyce nieprawidłowości chromosomowych zwierząt.

*Treści merytoryczne:* otrzymywanie preparatów chromosomowych; mechanizmy powstawania aberracji chromosomowych; zrównoważone i niezrównoważone mutacje chromosomowe; mozaicyzm i chimeryzm; analiza niestabilności chromosomów; wymiana siostrzanych chromatyd; polimorfizm chromosomowy; chromosomy dodatkowe; cytogenetyczna analiza poziomu ploidalności i przebiegu mejozy jako narzędzie poznania zmian w systemie reprodukcji i sposobach dziedziczenia na przykładzie kręgowców; zastosowanie technik różnicujących chromosomy w diagnostyce cytogenetycznej; kariotypy standardowe zwierząt i ich zastosowanie w diagnostyce; fluorescencyjna hybrydyzacja *in situ* (FISH) jako narzędzie cytogenetyki molekularnej w diagnostyce nieprawidłowości chromosomowych zwierząt; nomenklatura nieprawidłowości chromosomowych i zasady opisu kariotypu w diagnostyce.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe pojęcia związane z budową, morfologią i funkcją chromosomów zwierząt; możliwości i ograniczenia zastosowań cytogenetycznych metod badawczych; optymalne podejścia w przygotowaniu i analizie preparatów w diagnostyce chromosomowej; schematy i poszczególne etapy prowadzenia analizy diagnostycznej.

*Umiejętności (potrafi):* zaplanować i przeprowadzić w praktyce analizy diagnostyczne; stosować różne metody otrzymywania chromosomów oraz wykonywania preparatów cytogenetycznych; stosować klasyczne i molekularne techniki barwień różnicujących chromosomy i posługiwać się nimi w diagnostyce; analizować liczbę i strukturę chromosomów pod kątem wykorzystania w badaniach cytogenetycznych zwierząt hodowlanych; interpretować otrzymane wyniki.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* stosowania tzw. dobrych praktyk laboratoryjnych; postępowania zgodnie z zasadami etyki; wykazywania się dbałością o środowisko i dostrzegania zagrożeń związanych ze stosowaniem odczynników mogących negatywnie wpływać na otoczenie; wykazywania się kreatywnością i otwartością we współpracy zespołowej; pogłębiania wiedzy.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **3. Diagnostyka molekularna w medycynie i kryminalistyce**

*Cel kształcenia:* zdobycie wiedzy na temat metod analizy molekularnej wprowadzonych do diagnostyki medycznej i ich znaczenia we współczesnej medycynie; poznanie metod stosowanych w diagnostyce kryminalistycznej do identyfikacji i analizy śladów biologicznych.

*Treści merytoryczne:* podstawy genetyki medycznej; zasady działania oraz wykorzystania metod biologii molekularnej (np. PCR, Real-time PCR, sekwencjonowanie) w badaniach diagnostycznych; indywidualizacja leczenia pacjentów w oparciu o wyniki badań molekularnych; definiowanie podstawowych pojęć z zakresu kryminalistyki (np. ślad kryminalistyczny, ekspertyza kryminalistyczna); zastosowanie markerów mikrosatelitarnych STR (*Short Tandem Repeats*) i wzorców allelicznych do tworzenia indywidualnych profili genetycznych; techniki molekularne stosowane w diagnostyce kryminalistycznej.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* metody molekularne stosowane w diagnostyce medycznej; znaczenie nowoczesnych metod diagnostycznych w prawidłowym diagnozowaniu pacjentów; metody uwidaczniania i zabezpieczania śladów biologicznych na miejscu przestępstwa; metody molekularne stosowane w kryminalistycznej diagnostyce molekularnej; możliwości

i ograniczenia profilowania genetycznego w oparciu o markery mikrosatelitarne STR; metody określania płci genetycznej na podstawie wyizolowanego DNA.

*Umiejętności (potrafi):* wybierać i stosować metody biologii molekularnej w diagnozowaniu różnych chorób genetycznych; posługiwać się sprzętem laboratoryjnym; wykonywać rzetelną kontrolę prowadzonych badań, jak również wiarygodną interpretację uzyskanych wyników; wykrywać i zabezpieczać ślady biologiczne na miejscu zbrodni; izolować DNA ze śladów biologicznych i przeprowadzać profilowanie genetyczne z wykorzystaniem markerów mikrosatelitarnych, określać płć genetyczną oraz interpretować uzyskane wyniki.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* samodzielnej pracy, jak i zespołowej; wykazywania się rzetelnością, obiektywnością i odpowiedzialnością podczas pracy z materiałem biologicznym; przestrzegania zasad bhp w laboratorium; postępowania etycznie w pracy z materiałem pochodzenia ludzkiego; uznawania wagi ekspertyzy kryminalistycznej w procesie sądowym.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

#### **4. Laboratorium zaawansowanych metod biotechnologii molekularnej**

*Cel kształcenia:* poznanie zaawansowanych metod badawczych z zakresu biotechnologii molekularnej stosowanych w badaniach transkryptomycznych, genomicznych i proteomicznych; nabycie umiejętności wyboru, planowania eksperymentów i stosowania poznanych metod biotechnologii molekularnej oraz właściwej analizy, interpretacji i prezentacji uzyskanych wyników.

*Treści merytoryczne:* system mikrodysekcji laserowej – izolacja materiału biologicznego z preparatów mikroskopowych do badań molekularnych; automatyczne sekwencjonowanie DNA (ABI 3130); przygotowywanie reakcji sekwencyjnych, analiza uzyskanych sekwencji; metody przygotowania bibliotek genomowych; zapoznanie się z programami do analizy wyników sekwencjonowania nowej generacji (NGS); asemblacja sekwencji *de novo* oraz w oparciu o genom referencyjny; poszukiwanie loci mikrosatelitarnych w genomie jądrowym; analiza danych metagenomicznych; mikromacierze – różne typy, wybór analizy, hybrydyzacja, skanowanie mikromacierzy oraz analiza uzyskanych wyników (techniki i platformy bioinformatyczne); analiza cytometryczna – zastosowanie cytometru przepływowego do identyfikacji komórek immunokompetentnych we krwi świni domowej, analiza komputerowa uzyskanych wyników; bazy danych; test immunoenzymatyczny – ELISA; spektrometria mas (budowa i działanie spektrometru mas, połączenie spektrometrii mas z chromatografią, spektrometry kwadropolowe, MALDI-TOF, LC-MS); zastosowanie elektroforezy dwukierunkowej (2DPAGE) do rozdziału oraz analizy porównawczej proteomów; analiza spektrometryczna białek; narzędzia bioinformatyczne w identyfikacji białek; zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium biologii molekularnej.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* metody i procedury badawcze pozwalające na poznanie złożonych procesów biologicznych na różnych poziomach ich organizacji; metodologię pracy badawczej w warunkach laboratoryjnych; programy informatyczne i biologiczne bazy danych; umożliwiające przygotowanie i opracowanie danych do publikacji; podstawowe zasady ergonomii, higieny i bezpieczeństwa pracy z materiałem biologicznym.

*Umiejętności (potrafi):* stosować zaawansowane techniki i narzędzia badawcze wykorzystywane w biotechnologii molekularnej; obsługiwać aparaturę badawczą stosowaną w naukach biologicznych (do badań na poziomie molekularnym, komórkowym), korzystać z publicznie dostępnych biologicznych baz danych; interpretować dane empiryczne, będące podstawą formułowania wniosków i teorii.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* do współdziałania i pracy w grupie, przyjmując różne role oraz odpowiednio określać priorytety realizowanych zadań i projektów; postępowania zgodnie z zasadami bioetyki i etyki zawodowej i zapobiegania ich łamaniu; systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi, popularnonaukowymi i internetowymi

zasobami informacji, związanymi z biologią w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy oraz jej praktycznego zastosowania (odpowiedzialność za własny rozwój osobisty i zawodowy); upowszechniania zasady ścisłego, opartego na danych empirycznych, interpretowania zjawisk i procesów biologicznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

## **5. Organizmy modelowe w biologii**

*Cel kształcenia:* poznanie organizmów funkcjonujących w nauce jako modelowe oraz badań powstałych z użyciem tych modeli; wskazanie cech predysponujących organizm do bycia modelem.

*Treści merytoryczne:* pojęcie organizmu modelowego i właściwości organizmów modelowych jako obiektów badawczych; cechy i predyspozycje niezbędne do bycia organizmem modelowym; cechy morfologiczne, biologiczne i genetyczne wybranych organizmów, stosowanych jako modelowe w badaniach molekularnych; najważniejsze osiągnięcia naukowe uzyskane z wykorzystaniem wiedzy o organizmach modelowych; *Escherichia coli* jako prosty organizm prokariotyczny; *Saccharomyces cerevisiae*, organizm eukariotyczny o niewielkim genomie; *Arabidopsis thaliana* główny model wśród roślin; zwierzęta bezkręgowce jako modele do badania rozwoju osobniczego – *Caenorhabditis elegans*, *Drosophila melanogaster* i *Bombyx mori*; organizmy modelowe wśród ryb: *Danio rerio* i *Fugu rubripes* oraz płazów: *Xenopus laevis*; ptaki jako modele w biologii molekularnej i biotechnologii: kura domowa i zeberka; ssaki w badaniach genetycznych i biotechnologicznych: świnia, makak i mysz.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* cechy organizmów uznanych za modelowe; wybrane organizmy modelowe; osiągnięcia naukowe uzyskane z zastosowaniem organizmów modelowych.

*Umiejętności (potrafi):* analizować badania naukowe przeprowadzone z użyciem organizmów modelowych; planować badania naukowe; przygotować wystąpienie ustne z prezentacją materiałów naukowych z wykorzystaniem różnych środków komunikacji werbalnej; pracować samodzielnie i współpracować w grupie.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* uczenia się przez całe życie; świadomego korzystania z badań dostępnych w czasopiśmie naukowych; stosowania zasad etyki przy planowaniu eksperymentów badawczych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **6. Transformacje genetyczne**

*Cel kształcenia:* poznanie możliwości i zrozumienie mechanizmów modyfikacji genetycznych organizmów oraz zastosowania nowoczesnych metod w transformacji/transfekcji genetycznej i wykorzystania organizmów modyfikowanych.

*Treści merytoryczne:* transformacja i transfekcja genetyczna organizmów – wektory ekspresyjne, klonowanie DNA; transformacja bakterii; linie komórkowe – uzyskiwanie, rodzaje i wykorzystanie w badaniach fizjologicznych i patofizjologicznych; uzyskiwanie zwierząt transgenicznych i ich wykorzystanie w hodowli, farmacji i biomedycynie; edycja genomów; perspektywy terapii genowej; potwierdzanie statusu genetycznego zwierząt knockout jako modelu doświadczalnego w badaniach biologicznych; wyciszanie genów; genoterapia w leczeniu chorób dziedzicznych.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* molekularne mechanizmy i techniki transformacji oraz transfekcji genetycznych; procedury uzyskiwania zwierząt transgenicznych, w tym zwierząt knockout i ich roli w hodowli, farmacji i biomedycynie; zastosowanie genoterapii w leczeniu chorób genetycznych ludzi i zwierząt.

*Umiejętności (potrafi):* namnażać i przeprowadzać transformację bakterii i ocenę transformantów; potwierdzać status genetyczny zwierząt knockout; planować eksperymenty z wykorzystaniem metod transformacji i transfekcji genetycznej; oceniać przydatność

nowoczesnych metod transformacji/transfekcji w hodowli, farmacji i medycynie; prezentować wyniki badań własnych lub innych autorów/naukowców.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* pracy z materiałem biologicznym zgodnie z zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy; w zespole lub samodzielnie; analizy wyników eksperymentów biologicznych i wnioskowania na podstawie uzyskanych wyników; pogłębiania i permanentnej aktualizacji wiedzy z zakresu transformacji genetycznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **7. Zaawansowane techniki inżynierii tkankowej**

*Cel kształcenia:* poznanie metod pozyskiwania i różnicowania komórek macierzystych, wytwarzania tkanek i narządów hybrydowych.

*Treści merytoryczne:* izolacja komórek somatycznych oraz komórek macierzystych potrzebnych do wytworzenia narządu hybrydowego; mechanizmy kierujące różnicowaniem komórek macierzystych *in vitro*, otrzymywanie i zastosowanie indukowanych pluripotentnych komórek macierzystych; projektowanie i wytwarzanie rusztowań do produkcji tkanek i narządów hybrydowych; planowanie i samodzielna realizacja projektów z zakresu inżynierii tkankowej.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* metody i etyczne aspekty wytwarzania tkanek i narządów hybrydowych; zasady optymalizacji sposobów produkcji narządów hybrydowych; zasady pracy w laboratorium hodowli tkanek i narządów hybrydowych *in vitro*.

*Umiejętności (potrafi):* stosować i modyfikować metody wytwarzania tkanek i narządów hybrydowych; planować i samodzielnie przeprowadzić eksperyment z zakresu inżynierii tkankowej; przygotować wystąpienie ustne dotyczące efektów prowadzonego eksperymentu.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* rzeczowej dyskusji na temat szans i zagrożeń współczesnej terapii komórkowej; pogłębiania wiedzy o najnowsze zdobycze nauki w zakresie przedmiotu; posiada wysokie umiejętności pracy zespołowej; uwzględnia kwestie etyczne w pracy z materiałem biologicznym; przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **8. Zastosowanie technik molekularnych w taksonomii zwierząt**

*Cel kształcenia:* pogłębianie wiedzy z zakresu podstaw taksonomii zwierząt oraz możliwości wykorzystania technik biologii molekularnej do rozwiązywania problemów badawczych z zakresu taksonomii i bioróżnorodności zwierząt.

*Treści merytoryczne:* krótki rys historyczny potrzeb i prób klasyfikacji zwierząt; systematyka i taksonomia – wzajemne relacje, podstawowe pojęcia taksonomiczne; markery molekularne i ich wykorzystanie w taksonomii zwierząt; pobór tkanek i pozyskiwanie genomowego DNA zwierząt różnymi technikami; analizy taksonomiczne z wykorzystaniem narzędzi biologii molekularnej (PCR, analiza restrykcyjna, barkodowanie DNA, sekwencjonowanie DNA) w celu identyfikacji płci ptaków, identyfikacji gatunkowej chrząszczy i ryb; konstruowanie markerów w oparciu o różnice wielkościowe fragmentów DNA; wykorzystanie polimorfizmu jądrowego i mitochondrialnego DNA do konstruowania markerów wewnątrz- i międzygatunkowych wybranych taksonów zwierząt.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe pojęcia związane z taksonomią zwierząt, budową genomu i technikami biologii molekularnej; zasady planowania badań z wykorzystaniem technik biologii molekularnej i narzędzi badawczych stosowanych w taksonomii zwierząt; zasady doboru optymalnego podejścia badawczego pod kątem analizowanego problemu.

*Umiejętności (potrafi):* planować i wykonywać analizy taksonomiczne z wykorzystaniem narzędzi biologii molekularnej; obsługiwać urządzenia laboratoryjne; posługiwać się narzędziami badawczymi stosowanymi na poszczególnych etapach analiz taksonomicznych;

zbierać i interpretować dane empiryczne oraz na tej podstawie formułować odpowiednie wnioski; posługiwać się bazą danych NCBI, programami komputerowymi wykorzystywanymi w biologii molekularnej; współdziałać i pracować w grupie.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* uznawania znaczenia wiedzy z zakresu taksonomii molekularnej w rozwiązywaniu współczesnych problemów związanych z bioróżnorodnością zwierząt; unikania zagrożeń wynikających ze stosowanych narzędzi badawczych; tworzenia warunków bezpiecznej pracy.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **IV.3. ZAKRES KSZTAŁCENIA: BIOTECHNOLOGIA PRZEMYSŁOWA**

#### **1. Biokataliza i biotransformacja**

*Cel kształcenia:* poznanie charakterystyki i możliwości otrzymywania oraz stosowania enzymów od skali laboratoryjnej do przemysłowej; poznanie możliwości kontroli aktywności enzymów; poznanie metod otrzymywania preparatów enzymatycznych oraz metod modyfikacji enzymów; nabycie umiejętności oceny znaczenia doboru enzymów do realizacji bioprocessów oraz oceny efektów działania enzymów w surowcach i produktach; rozwijanie świadomości specjalisty z zakresu białej biotechnologii.

*Treści merytoryczne:* biokataliza, biotransformacja, biodegradacja, biokonwersja; historia i terażniejszość stosowania biokatalizy; enzymy pochodzenia mikrobiologicznego, roślinnego, zwierzęcego; nowe i niekonwencjonalne źródła enzymów; organokataliza.; aktywność i stabilność aktywności enzymatycznej; charakterystyka właściwości enzymów; biotechnologia otrzymywania enzymów; utrwalanie enzymów; reaktory enzymatyczne; metody modyfikacji enzymów; bezpieczeństwo stosowania enzymów; promiskuityzm enzymów; biokataliza w mediach niekonwencjonalnych; enzymy w produkcji żywności; zastosowanie enzymów w syntezie organicznej; enzymy w produkcji: detergentów, tekstyliów, papieru i żywienia zwierząt; znacznie i oddziaływanie procesów biokatalizacyjnych na środowisko.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* metody i techniki otrzymywania enzymów; metody i techniki kontroli aktywności i stabilności enzymów; metody kontroli efektów katalizy enzymatycznej; wpływ warunków środowiska na aktywność enzymów; zasady stosowania metod inżynierii środowiska reakcji; metody doboru i modyfikacji enzymów do realizacji bioprocessów; konstrukcje reaktorów do biokatalizy.

*Umiejętności (potrafi):* zaprojektować, zweryfikować i zrealizować proces biotechnologiczny z zastosowaniem enzymów; ocenić aktywność i stabilność aktywności enzymów; zapewniać korzystne warunki katalizy enzymatycznej; stabilizować i modyfikować właściwości enzymów; ocenić wpływ bioprocessu z użyciem biokatalizatorów na jakość produktów i środowisko; przeprowadzić procesy w skali od laboratoryjnej do produkcyjnej.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* uznawania roli biokatalizatorów w realizacji bioprocessów; podejmowania odpowiedzialności za przygotowanie i realizację bioprocessów; oceny bioprocessów; doskonalenia wiedzy i umiejętności w zakresie nowych rozwiązań, pracy samodzielnej i zespołowej; dzielenia się wiedzą z zakresu biokatalizy.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

#### **2. Biorafinerie**

*Cel kształcenia:* poznanie biotechnologicznych metod zagospodarowania odpadów przemysłowych, nowych trendów realizacji procesów przemysłowych w kontekście biorafineryjnym.

*Treści merytoryczne:* rodzaje biorafinerii; biotechnologie przetwarzania odpadów przemysłowych: biologiczna konwersja odpadów stałych i płynnych; zagospodarowanie polisacharydów: materiałów ligninocelulozowych i skrobiowych; biotechnologie pozyskiwania

źródeł energii odnawialnej: biopaliwa ciekłe i gazowe; waloryzacja odpadów i produktów ubocznych metodami biotechnologicznymi; technologie bezodpadowe.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* znaczenie biorafineryjnej organizacji procesów przemysłowych, kompleksowego zagospodarowywania strumieni produktów ubocznych i odpadów organicznych; metody biologicznej konwersji biomasy i technologii bezodpadowych.

*Umiejętności (potrafi):* zaproponować biotechnologiczne rozwiązania w przetwarzaniu produktów ubocznych i odpadów przemysłu rolno-spożywczego i drzewnego; zinterpretować i ocenić skuteczność przeprowadzonych eksperymentów doświadczalnych; współpracować w zespole.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* weryfikacji wiedzy własnej w kontekście opracowań kompleksowych; propagowania idei zrównoważonego rozwoju; działania kreatywnego.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **3. Bioremediacja i fitoremediacja**

*Cel kształcenia:* poznanie wykorzystania mikroorganizmów oraz roślin w procesach usuwania zanieczyszczeń ze środowiska.

*Treści merytoryczne:* definicja oraz rodzaje bioremediacji i fitoremediacji; znaczenie drobnoustrojów w procesach bioremediacji środowisk naturalnych; metody biotechnologiczne stosowane w oczyszczaniu gleb oraz wspomaganie naturalnej biodegradacji zanieczyszczeń organicznych przez mikroorganizmy; gatunki roślin zalecane do fitoremediacji; hiperakumulatory w fitoremediacji; mechanizmy obronne roślin przed zanieczyszczeniami metalami ciężkimi i innymi związkami szkodliwymi dla środowiska; rola warunków glebowych w procesie fitoremediacji; wykorzystanie bioremediacji i fitoremediacji w ochronie środowiska; korzyści środowiskowe i ekonomiczne wynikające z zastosowania technik bioremediacji i fitoremediacji.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* istotę oraz znaczenie bioremediacji i fitoremediacji w ochronie środowiska; metody bioremediacji z wykorzystaniem mikroorganizmów; mechanizmy obronne roślin wykorzystywanych w fitoremediacji.

*Umiejętności (potrafi):* ocenić stan zanieczyszczenia gleb na podstawie wyników analiz; dobierać i uzasadniać odpowiednią strategię bioremediacji; wskazać rośliny wyższe wykorzystywane w fitoremediacji; dostosować odpowiedni rodzaj fitoremediacji dla określonego zanieczyszczonego środowiska.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* wskazania odpowiedniego postępowania w kierunku ochrony i rekultywacji gleb; weryfikowania informacji na temat bioremediacji i fitoremediacji; krytycznej oceny swojej wiedzy i umiejętności nabytych podczas zajęć.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

### **4. Biotechnologia leków i kosmetyków**

*Cel kształcenia:* poznanie zagadnień związanych z wykorzystaniem metod biotechnologicznych do otrzymywania i oceny skuteczności działania bioleków oraz kosmetyków nowej generacji; pogłębienie wiedzy w zakresie budowy i działania biofarmaceutyków oraz związków o właściwościach dermoprotekcyjnych; uwrażliwienie na aspekty praktyczne zagadnień związanych ze zdrowiem i jakością życia człowieka, w tym również w kontekście odpowiedzialności producentów biofarmaceutyków i kosmetyków.

*Treści merytoryczne:* rys historyczny rozwoju biotechnologii w przemyśle farmaceutycznym i branży kosmetycznej; zagadnienia formalno-prawne związane z produktami leczniczymi i kosmetycznymi; wprowadzanie leku i kosmetyku na rynek i ocena bezpieczeństwa ich działania; przegląd metod alternatywnych w ocenie bezpieczeństwa kosmetyków; działania niepożądane leków i kosmetyków; zarys problematyki systemów nośnikowych i ich zastosowanie w produktach leczniczych i kosmetycznych; biodostępność składników

aktywnych; wykorzystanie technik inżynierii genetycznej, fuzji komórkowej, mikromacierzy genowych oraz procesów fermentacyjnych do otrzymywania i oceny skuteczności biofarmaceutyków oraz składników aktywnych kosmeceutyków (wybrane przykłady); zastosowanie komórek macierzystych w kosmetykach i zabiegach medycyny estetycznej; pozyskiwanie wybranych związków z surowców naturalnych i ich identyfikacja; analiza i dyskusja mechanizmów działania, szacowanie ich skuteczności na podstawie informacji z raportów bezpieczeństwa oraz innych źródeł; zagadnienia związane z formulacją preparatów kosmetycznych w praktyce (sporządzanie emulsji kosmetycznej/środków higieny osobistej wzbogaconej(go) związkami biologicznie aktywnymi); nutrigenomika w kosmetyce.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* historię rozwoju biotechnologii farmaceutycznej i kosmetycznej; zagadnienia formalno-prawne związane z produktami branży kosmetycznej i farmaceutycznej, metody oceny bezpieczeństwa leków i kosmetyków (lub ich składników), w tym metody zgodne z ideą 3R; możliwe działania niepożądane bioleków i kosmetyków; wykorzystanie metod biotechnologicznych w otrzymywaniu i ocenie skuteczności biofarmaceutyków i kosmeceutyków; możliwości wykorzystania komórek macierzystych w branży kosmetycznej i medycynie estetycznej; podstawowy skład produktu kosmetycznego i grupy związków bioaktywnych (podaje przykłady); zasady metod i działania sprzętu laboratoryjnego wykorzystywanego do analizy składników aktywnych w surowcach naturalnych.

*Umiejętności (potrafi):* wykonać enkapsulację czynnika aktywnego i ocenić wydajność procesu; porównać aktywność substancji czynnej pozyskanej ze świeżego surowca i preparatu handlowego; ocenić potencjał antyoksydacyjny surowca naturalnego; dobrać składniki do sporządzenia preparatu/produktu o określonym działaniu; poprawnie zinterpretować i przedstawić wyniki przeprowadzonych doświadczeń; pozyskać i przetworzyć informację naukową; pracować indywidualnie i w zespole.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* wdrażania rozwiązań związanych z utrzymaniem zdrowia i ogólnego dobrostanu człowieka; stosowania zasad etycznych w zakresie odpowiedzialności pracownika branży/producenta bioleków/kosmetyków za bezpieczeństwo konsumenta i ochronę środowiska; stałego aktualizowania swojej wiedzy i podnoszenia kompetencji zawodowych; przestrzegania zasad bhp pracy w laboratorium.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **5. Biotechnologia w produkcji żywności i pasz**

*Cel kształcenia:* poznanie metod oraz praktycznych zastosowań biotechnologii w produkcji żywności i pasz.

*Treści merytoryczne:* charakterystyka metod biotechnologicznych stosowanych w produkcji żywności i pasz; aspekty prawne i bezpieczeństwo stosowania metod biotechnologicznych w produkcji żywności i pasz; modyfikacje składników żywności i pasz; doskonalenie drobnoustrojów na potrzeby produkcji żywności i pasz; probiotyki, prebiotyki i synbiotyki; składniki biologicznie aktywne żywności i pasz.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* metody biotechnologiczne stosowane w produkcji żywności i pasz; możliwości zastosowania metod biotechnologicznych w modyfikacji składników żywności i pasz; aspekty prawne i bezpieczeństwo stosowania metod biotechnologicznych w produkcji żywności i pasz

*Umiejętności (potrafi):* sporządzić sprawozdanie z wykonanych zadań z interpretacją otrzymanych wyników; współpracować w podgrupie ćwiczeniowej; ocenić wpływ procesów biotechnologicznych na składniki żywności i pasz.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* pracy w zespole, przyjmując w nim różne role; poszerzania wiedzy z zakresu metod biotechnologicznych i ich zastosowania w produkcji żywności i pasz.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **6. Laboratorium zaawansowanych metod biotechnologii molekularnej**

*Cel kształcenia:* poznanie zaawansowanych metod badawczych z zakresu biotechnologii molekularnej stosowanych w badaniach transkryptomycznych, genomicznych i proteomicznych; nabycie umiejętności wyboru, planowania eksperymentów i stosowania poznanych metod biotechnologii molekularnej oraz analizy, interpretacji i prezentacji uzyskanych wyników.

*Treści merytoryczne:* system mikrodysekcji laserowej – izolacja materiału biologicznego z preparatów mikroskopowych do badań molekularnych; automatyczne sekwencjonowanie DNA (ABI 3130); przygotowywanie reakcji sekwencyjnych, analiza uzyskanych sekwencji; metody przygotowania bibliotek genomowych; programy do analizy wyników sekwencjonowania nowej generacji (NGS); asemblacja sekwencji *de novo* oraz w oparciu o genom referencyjny; poszukiwanie loci mikrosatelitarnych w genomie jądrowym; analiza danych metagenomicznych; mikromacierze – różne typy, wybór analizy, hybrydyzacja, skanowanie mikromacierzy oraz analiza uzyskanych wyników (techniki i platformy bioinformatyczne); analiza cytometryczna – zastosowanie cytometru przepływowego do identyfikacji komórek immunokompetentnych we krwi świni domowej, analiza komputerowa uzyskanych wyników; bazy danych; spektrometria mas (budowa i działanie spektrometru mas, połączenie spektrometrii mas z chromatografią, spektrometry kwadrupolowe, MALDI-TOF, LC-MS); zastosowanie elektroforezy dwukierunkowej (2DPAGE) do rozdziału oraz analizy porównawczej proteomów; analiza spektrometryczna białek; narzędzia bioinformatyczne w identyfikacji białek; zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium biologii molekularnej.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* metody i procedury badawcze pozwalające na poznanie złożonych procesów biologicznych na różnych poziomach ich organizacji; metodologię pracy badawczej w warunkach laboratoryjnych; programy informatyczne i biologiczne bazy danych, umożliwiające przygotowanie i opracowanie danych do publikacji; podstawowe zasady ergonomii, higieny i bezpieczeństwa pracy z materiałem biologicznym.

*Umiejętności (potrafi):* stosować zaawansowane techniki i narzędzia badawcze wykorzystywane w biotechnologii molekularnej; obsługiwać aparaturę badawczą stosowaną w naukach biologicznych (do badań na poziomie molekularnym, komórkowym); korzystać z publicznie dostępnych biologicznych baz danych; interpretować dane empiryczne, będące podstawą formułowania wniosków i teorii.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współdziałania i pracy w grupie, przyjmując różne role; określania priorytetów realizowanych zadań i projektów; postępowania zgodnie z zasadami bioetyki i etyki zawodowej i zapobiegania ich łamaniu; systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi, popularnonaukowymi i internetowymi zasobami informacji, związanymi z biologią w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy oraz wykazywania gotowości jej praktycznego zastosowania (odpowiedzialność za własny rozwój osobisty i zawodowy); upowszechniania zasady ścisłego, opartego na danych empirycznych, interpretowania zjawisk i procesów biologicznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

## **7. Mikrobiologiczna synteza polimerów**

*Cel kształcenia:* nabycie umiejętności z zakresu prowadzenia procesu biotechnologicznego w kierunku syntezy polimerów z wykorzystaniem mikroorganizmów.

*Treści merytoryczne:* drobnoustroje zaangażowane w syntezę biopolimerów; źródła węgla, azotu oraz fosforu stosowane do syntezy materiałów biopolimerowych przez mikroorganizmy (w tym surowce odpadowe); ekstrakcja biopolimerów z hodowli drobnoustrojów; właściwości oraz zastosowanie biopolimerów pochodzenia mikrobiologicznego w przemyśle.



*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* związek pomiędzy warunkami hodowlanymi a efektywnością syntezy polimerów przez mikroorganizmy; sposoby ekstrakcji biopolimerów; możliwości zastosowania polimerów pochodzenia mikrobiologicznego.

*Umiejętności (potrafi):* opisać procesy jednostkowe stosowane w produkcji biopolimerów z wykorzystaniem drobnoustrojów; oszacować możliwości zastosowania różnych gatunków bakterii oraz źródeł węgla, azotu i fosforu w celu efektywnej syntezy biopolimerów do zastosowań w przemyśle.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* kreatywnego i przedsiębiorczego działania z uwzględnieniem zasad bhp; ciągłego poszerzania wiedzy; krytycznej oceny swojej wiedzy i umiejętności.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

## **8. Mykologia stosowana**

*Cel kształcenia:* poznanie różnych aspektów wykorzystania grzybów w życiu codziennym i gospodarce człowieka.

*Treści merytoryczne:* zakres problematyki mykologii stosowanej; zróżnicowanie biologiczne i systematyczne grzybów; charakterystyka mykologiczna wybranych siedlisk lądowych i wodnych; czynniki wpływające na wzrost i rozwój grzybów; morfologiczne i fizjologiczne uwarunkowania roli i znaczenia grzybów w obiegu materii i energii; zróżnicowanie grzybów na podstawie ich cech fizjologicznych i biochemicznych (szeregi biochemiczne); przykłady zastosowania grzybów i ich metabolitów w życiu codziennym i gospodarce człowieka; amatorska i przemysłowa uprawa grzybów; owocniki grzybów jako żywność funkcjonalna i źródło substancji leczniczych; zatrucia grzybami; wykorzystanie grzybów w ochronie środowiska i biologicznej ochronie roślin; grzyby jako sprawcy chorób roślin, zwierząt i ludzi; mykotoksyny i ich właściwości.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* perspektywy i ograniczenia wykorzystania grzybów jako organizmów ważnych w eksperymentach naukowych i procesach biotechnologicznych.

*Umiejętności (potrafi):* posługiwać się metodami wykrywania grzybów w środowisku i materiale biologicznym; prowadzić hodowle uzyskanych grzybów oraz różnicować czyste kultury na podstawie cech morfologicznych i biochemicznych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* doceniania znaczenia specjalistycznej wiedzy w rozwiązywaniu różnych problemów i zadań w zakresie biotechnologii oraz pracy zawodowej; korzystania z wiedzy eksperckiej.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **9. Nanobiotechnologia**

*Cel kształcenia:* poznanie zagadnień związanych z nanotechnologią oraz chemicznych, fizycznych i biologicznych aspektów nanotechnologii; poznanie metod otrzymywania nanocząsteczek i obszarów zastosowania nanobiotechnologii; pogłębienie wiedzy odnośnie aspektów prawnych stosowania nanomateriałów i ich oddziaływania na środowisko.

*Treści merytoryczne:* koncepcja, rozwój i zastosowanie nanobiotechnologii; nanotechnologia a nanobiotechnologia; podstawowe pojęcia z zakresu nanotechnologii; stosowane metody i techniki analizy nanomateriałów; metody chemiczne i biotechnologiczne otrzymywania nanocząstek oraz właściwości nanocząstek; otrzymywanie i charakterystyka właściwości nanoemulsji; zastosowanie nanoosłoników do immobilizacji enzymów; znaczne i oddziaływanie nanomateriałów na środowisko; zastosowanie nanotechnologii, nanonarzędzi w doskonaleniu procesów biotechnologicznych i analizie składu oraz właściwości bioproduktów; kapsułkowanie i nanokapsułkowanie; charakterystyka właściwości nanomateriałów; zastosowanie nanomateriałów w biotechnologii, medycynie, enzymologii, diagnostyce, technologii i biotechnologii żywności.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* rolę nanotechnologii w rozwoju technicznym i technologicznym; słownictwo z zakresu nanobiotechnologii; istotę i znaczenie rozwoju nanotechnologii; metody i techniki otrzymywania nanocząstek i nanomateriałów; metody i techniki kontroli nanomateriałów; możliwości zastosowania nanocząstek; możliwy wpływ nanomateriałów na środowisko.

*Umiejętności (potrafi):* zaprojektować, zweryfikować i zrealizować proces otrzymywania nanocząstek i nanobiokompozytów; zaplanować i zastosować techniki niezbędne do oceny jakości nanomateriałów; zastosować nanomateriały w biokatalizie, biotechnologii.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* uznawania roli nanotechnologii w rozwoju techniki i technologii; podejmowania odpowiedzialności za przygotowanie i realizację bioprocessów z użyciem nanomateriałów; doskonalenia wiedzy i umiejętności w zakresie nowych rozwiązań, pracy samodzielnej i zespołowej; dzielenia się wiedzą z zakresu nanobiotechnologii.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **10. Procesy i operacje jednostkowe w biotechnologii**

*Cel kształcenia:* poznanie zagadnień techniczno-technologicznych związanych z realizacją procesów i operacji jednostkowych stosowanych w biotechnologii i biotechnologii przemysłowej; nabycie umiejętności oceny, doboru i modyfikacji procesów i operacji technologicznych oraz doboru urządzeń i rozwiązań technicznych; poznanie wpływu procesów i operacji jednostkowych na przebieg bioprocessów i jakość bioproduktów.

*Treści merytoryczne:* procesy i operacje jednostkowe w biotechnologii; rozwój technik stosowanych w realizacji bioprocessów; zasady realizacji bioprocessów; kinetyka bioprocessów; techniki i metody kontroli bioprocessów; technika i znaczenie doboru i przygotowania materiałów i surowców do realizacji bioprocessów; metody i techniki realizacji bioprocessów; budowa i działanie aparatury stosowanej do realizacji bioprocessów; techniki wydzielania, utrwalania i stabilizacji biopreparatów; techniki membranowe; techniki kapsułkowania i immobilizacji; kontrola uwalniania bioproduktów i substancji aktywnych; wpływ rozwiązań technicznych, w tym innowacyjnych, na realizację bioprocessów i jakość produktów.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* rolę i wpływ projektowania, techniki i technologii na realizację bioprocessów i jakość bioproduktów; kryteria doboru rozwiązań technicznych i technologicznych do realizacji bioprocessów; sposoby kontroli realizacji bioprocessów; możliwości i efekty modyfikacji procesów technologicznych; najnowsze i innowacyjne osiągnięcia w zakresie rozwiązań technicznych.

*Umiejętności (potrafi):* zaprojektować, zweryfikować i zrealizować proces biotechnologiczny poprzez dobór operacji i procesów jednostkowych; ocenić wpływ procesów technologicznych na jakość bioproduktów; przeprowadzić procesy w skali od laboratoryjnej do produkcyjnej; przygotować, zrealizować i otrzymać stabilny biopreparat.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* uznawania roli wiedzy techniczno-technologicznej w realizacji bioprocessów; podejmowania odpowiedzialności za realizację bioprocessów; oceny bioprocessów; doskonalenia wiedzy i umiejętności w zakresie nowych rozwiązań technicznych; pracy samodzielnej i zespołowej, pełnienia roli lidera; dzielenia się wiedzą z zakresu biotechnologii.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **11. Produkcja biopreparatów**

*Cel kształcenia:* poznanie przemysłowego otrzymywania wybranych biopreparatów metodami biotechnologicznymi; nabycie podstawowych umiejętności obsługi urządzeń do wydzielania i charakterystyki biopreparatów.

*Treści merytoryczne:* przemysłowa produkcja wybranych biopreparatów obejmująca zagadnienia związane z ich biosyntezą, oczyszczaniem, utrwalaniem i charakterystyką;

biosynteza w warunkach przemysłowych bioaktywnych związków przez drobnoustroje, np. biosurfaktantów, witamin i związków smakowo-zapachowych; mikroorganizmy jako biopreparat; molekularne podstawy syntezy mikrobiologicznej: białek-SCP, aminokwasów, polisacharydów i olejów-SCO zawierających wielonienasycone kwasy tłuszczowe; doskonalenie mikroorganizmów z uwzględnieniem zmiany ich metabolizmu i fizjologii wpływających na syntezę związków biologicznie aktywnych; rozwiązania techniczno-technologiczne typowe w otrzymywaniu biopreparatów.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* rolę mikroorganizmów w syntezie biopreparatów, budowę i właściwości mikroorganizmów; zmiany metabolizmu i fizjologii mikroorganizmów w warunkach przemysłowych bioprocesu podczas syntezy wybranych metabolitów.

*Umiejętności (potrafi):* dobrać metody wydzielania i oczyszczania biopreparatów; wskazać możliwości doskonalenia cech mikroorganizmów wpływających na produkcję biopreparatów; opracować matematycznie wyniki analiz doświadczalnych, sporządzając wnioski, prezentując je i dyskutując z wynikami innych autorów.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* samodzielnej pracy oraz w zespole; krytycznej oceny posiadanej wiedzy; ciągłego poszerzania wiedzy.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **12. Przemysłowe procesy fermentacyjne**

*Cel kształcenia:* poznanie nowoczesnych rozwiązań w technologiach wykorzystujących fermentację alkoholową, mlekową, octową i cytrynową; poznanie znaczenia fermentacji jako metody biologicznego utrwalania żywności oraz pozyskiwania biopaliw; nabycie umiejętności modyfikacji procesów technologicznym w celu kształtowania cech jakościowych produktów fermentowanych i wydajności.

*Treści merytoryczne:* fermentacja alkoholowa jako podstawa przemysłowych technologii wielkoskalowych: postęp w technologii piwowarskiej i winiarstwie; nowoczesne trendy w gorzelnictwie – fermentacja surowców niekonwencjonalnych, techniki membranowe, alkohol etylowy jako biopaliwo; bioalkohole celulozowe – stan zaawansowania nowych technologii; technologie mleczarskie i roślinne produktów fermentowanych; przemysłowe wykorzystanie fermentacji octowej, cytrynowej i metanowej; gospodarcze znaczenie kwasów organicznych; fermentacja jako metoda biologicznego utrwalania żywności i pasz oraz kształtowania jakości produktów regionalnych.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza: (zna i rozumie):* procesy technologiczne wykorzystujące fermentację alkoholową mlekową, octową, cytrynową i metanową w skali przemysłowej; postęp w zakresie rozwiązań technicznych; aktualne trendy aplikacyjne.

*Umiejętności (potrafi):* oceniać trafność doboru parametrów fermentacji, kontrolować jej przebieg oraz prognozować wydajność; proponować modyfikacje i własne rozwiązania, korzystając z własnej wiedzy i literatury naukowej; odpowiedzialnie współpracować w zespole.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* przyjęcia odpowiedzialności za realizowane rozwiązania; krytycznej oceny własnej wiedzy i modyfikacji opinii w świetle nowych trendów technologicznych; przestrzegania zasad bhp.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **13. Wektory w biotechnologii**

*Cel kształcenia:* poznanie budowy, właściwości i zastosowań wektorów pochodzenia bakteryjnego oraz wirusowego w biotechnologii.

*Treści merytoryczne:* wektory bakteryjne i wirusowe stosowane do: klonowania, ekspresji białek, tworzenia bibliotek genowych, charakterystyki funkcjonalnej genów, precyzyjnej modyfikacji genomów roślinnych, otrzymywania szczepionek nowej generacji oraz terapii genowej; sporządzanie mapy restrykcyjnej plazmidu; przygotowanie sond stosowanych

w technikach hybrydyzacji oraz sposoby ich wizualizacji; produkcja rekombinowanych białek w *E. coli*.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* techniki biologii molekularnej wykorzystujące wektory pochodzenia bakteryjnego oraz wirusowego; zasady stosowane w otrzymywaniu konstruktów genetycznych.

*Umiejętności (potrafi):* sporządzić mapę restrykcyjną plazmidu.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* samodzielnej pracy oraz w zespole.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

#### **IV.1, IV.2 ZAKRESY KSZTAŁCENIA: BIOTECHNOLOGIA FARMACEUTYCZNA, BIOTECHNOLOGIA MOLEKULARNA**

##### **1. Endokrynologia stosowana**

*Cel kształcenia:* zrozumienie mechanizmów działania hormonów i ich roli w regulacji homeostazy organizmu człowieka i zwierząt; poznanie głównych parametrów fizjologicznych jako wskaźników zdrowia; poznanie czynników wpływających negatywnie na zdrowie człowieka i zwierząt; nabycie umiejętności stosowania różnych metod w badaniach koncentracji hormonów oraz efektów ich działania, interpretacji wyników oraz korzystania z fachowego piśmiennictwa.

*Treści merytoryczne:* gruczoły endokrynne oraz ich hormony; związek pomiędzy układem nerwowym, immunologicznym a endokrynnym; charakterystyka i mechanizmy działania hormonów; homeostaza w układzie endokrynnym; układ podwzgórzowo-przysadkowy i jego zaburzenia; hormon wzrostu oraz hormony tarczycy; funkcje endokrynne trzustki oraz endokrynologia cukrzycy; otyłość i jadłowstręt psychiczny; hormony nadnerczy; hormonalna regulacja gospodarki wapniowo-fosforanowej; wstęp do endokrynologii rozrodu; substancje zaburzające funkcjonowanie układu hormonalnego.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* budowę układu endokrynnego; występowanie i podział hormonów; wybrane mechanizmy działania hormonów; zaburzenia endokrynne; techniki oznaczania stężenia hormonów białkowych i steroidowych w materiale biologicznym; zasady pracy w laboratorium oraz postępowania z materiałem biologicznym; znaczenie zanieczyszczenia środowiska dla zmian hormonalnych w organizmie.

*Umiejętności (potrafi):* analizować procesy fizjologiczne; rozpoznawać prawidłowe i nieprawidłowe parametry endokrynologiczne; wykonywać proste analizy laboratoryjne, przedstawiać uzyskane wyniki (własne i zespołu) oraz zestawiać je z danymi z literatury fachowej.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* doksztalcenia się i podnoszenia umiejętności zawodowych; współdziałania w grupie, przyjmując w niej różne role; pracy samodzielnej i wykazywania kreatywności; podjęcia dyskusji problemowej.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

##### **2. Integracja sygnałów komórkowych w procesach fizjologicznych i patologicznych**

*Cel kształcenia:* poznanie molekularnych szlaków umożliwiających komunikowanie się komórek organizmu wielokomórkowego; dostrzeganie złożoności mechanizmów molekularnych, które leżą u podstaw fizjologicznych i patologicznych procesów zachodzących w komórce i całym organizmie; rozwinięcie umiejętności korzystania z piśmiennictwa naukowego, dokonywania krytycznej analizy wyników zawartych w publikacjach naukowych i przeprowadzenia syntezy uzyskanych informacji w celu zrozumienia przebiegu i regulacji analizowanych procesów.

*Treści merytoryczne:* aktualne poglądy na przekazywanie informacji między komórkami w organizmie wielokomórkowym; klasyfikacja i ogólna charakterystyka receptorów; agoniści i antagoniści; pierwsze i drugie przekazywanie informacji; mechanizm działania receptorów

jonotropowych; receptory metabotropowe: białka G, cykazy adenyłowe i guanyłowe oraz fosfolipazy (C, D, A2); związki lipidowe jako drugie przekaźniki informacji; receptory czynników wzrostu: małe białka G, szlak ras-raf-MAPK, kinaza P31K, onkogeny; receptory cytokin: szlak Jak-Stat, SOCs i PIAS; niereceptorowe kinazy tyrozynowe; procesy fosforylacji i defosforylacji; receptory wewnątrzkomórkowe; mechanizm działania hormonów steroidowych oraz hormonów tarczycy, witaminy D, kwasu retinowego; udział jonów wapnia i tlenu azotu w procesach transmisji sygnałów komórkowych; molekularne podstawy wybranych procesów fizjologicznych, np. powstawania pamięci deklaratywnej i proceduralnej oraz apoptozy i autofagii.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* sposoby komunikowania się komórek tworzących złożone organizmy; molekularne mechanizmy wewnątrzkomórkowe leżące u podstaw tej komunikacji zarówno w stanach fizjologicznych, jak i chorobowych.

*Umiejętności (potrafi):* uzyskiwać i weryfikować informacje zawarte w źródłach wiedzy naukowej dotyczące transdukcji sygnałów, biologii molekularnej i biotechnologii; analizować najnowsze artykuły naukowe, w języku angielskim i polskim, z tego zakresu; krytycznie interpretować zamieszczane w nich wyniki badań; dokonywać syntezy danych uzyskanych z różnych źródeł i w czytelny sposób przedstawiać efekty tej syntezy w postaci prezentacji, uczestniczyć w dyskusji dotyczących wyników prezentowanych przez siebie i inne osoby.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* ciągłego pogłębiania wiedzy przez systematyczne zapoznawanie się z nowymi informacjami zawartymi w czasopismach naukowych i innych zasobach informacji związanych z biotechnologią i biologią; uwzględniania kwestii etycznych w pracy z materiałem biologicznym i postępowania zgodnie z zasadami etyki; uczestniczenia w dyskusji naukowej; współpracy w zespole.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady, ćwiczenia.

## **V. PRAKTYKA**

### **1. Praktyka zawodowa**

*Cel kształcenia:* wszechstronne zapoznanie się ze strukturą i funkcjonowaniem zakładu pracy oraz praktyczne uczestnictwo w działalności zawodowej zakładu.

*Treści merytoryczne:* struktura organizacyjna i zakres działalności zakładu pracy, w którym realizowana jest praktyka, w tym poznanie procesów przetwórczych, produkcyjnych, utylizacyjnych, usługowych lub badawczych; podstawowa dokumentacja prowadzona w zakładzie oraz obowiązujące przepisy bhp; obserwacja czynności zawodowych, będących podstawą funkcjonowania zakładu oraz uczestnictwo w wykonywaniu prac w stopniu i w zakresie określonym przez bezpośredniego opiekuna w zakładzie pracy; analiza i ocena obserwowanych zjawisk oraz wykonywanych praktycznych działań w zakładzie (prowadzenie dokumentacji, stopień wykorzystania wiedzy i umiejętności nabytych w toku studiów, w realizacji zadań zawodowych).

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* strukturę i zakres działalności zawodowej zakładu pracy; zastosowanie metod, aparatów i urządzeń stosowanych w biotechnologii oraz procesów biotechnologicznych prowadzonych w zakładzie; zagrożenia wynikające ze stosowania narzędzi biotechnologicznych; źródła i procedury pozyskiwania funduszy w zakładzie pracy; podstawowe zasady ergonomii oraz bhp w zakładzie pracy.

*Umiejętności (potrafi):* posługiwać się specjalistycznym aparatem pojęciowym, właściwym dla danego zakresu działalności zawodowej zakładu pracy; wykonywać zadania praktyczne, zgodnie z przyjętymi zasadami i normami w zakładzie, w tym obsługiwać aparaturę; stosować wiedzę i umiejętności z zakresu biotechnologii do analizy i opracowania danych, oceniać korzyści i przewidywać zagrożenia wynikające z działalności zakładu.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współpracy w zespole; doceniania doświadczeń zawodowych innych, w tym eksperckich; przestrzegania zasad bhp i zasad etycznych w pracy z materiałem biologicznym; pogłębiania wiedzy i wykorzystywania jej w praktycznych rozwiązaniach.

*Forma prowadzenia zajęć:* praktyka.

## **VI. INNE**

### **1. Ergonomia**

*Cel kształcenia:* przybliżenie podstawowych zagadnień związanych z ergonomią rozumianą w sensie interdyscyplinarnym, uświadomienie zagrożeń i problemów (także zdrowotnych) związanych z niewłaściwymi rozwiązaniami ergonomicznymi na stanowiskach pracy zawodowej oraz w życiu pozazawodowym, a także korzyści wynikających z prawidłowych działań w tym zakresie.

*Treści merytoryczne:* ergonomia – podstawowe pojęcia i definicje; ergonomia jako nauka interdyscyplinarna; główne nurty w ergonomii: ergonomia stanowiska pracy (wysiłek fizyczny na stanowisku pracy, wysiłek psychiczny na stanowisku pracy, dostosowanie antropometryczne stanowiska pracy, materialne środowisko pracy), ergonomia produktu – inżynieria ergonomicznej jakości, ergonomia dla osób starszych i niepełnosprawnych.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe pojęcia związane z ergonomią, ze szczególnym uwzględnieniem ergonomii stanowiska pracy.

*Umiejętności (potrafi):* dokonać oceny (w zakresie podstawowym) warunków w pracy zawodowej oraz podczas aktywności pozazawodowej ze względu na problemy ergonomiczne i zagrożenia z tym związane.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* reagowania na zagrożenia wynikające z wadliwych rozwiązań i nieprawidłowości w zakresie jakości ergonomicznej.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady.

### **2. Etykieta**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z wybranymi zagadnieniami dotyczącymi zasad savoir-vivre'u.

*Treści merytoryczne:* podstawowe zagadnienia dotyczące zasad savoir-vivre'u w życiu codziennym (zwroty grzecznościowe, powitania, rozmowa przez telefon, podstawowe zasady etykiety oraz precedencji w miejscach publicznych); etykieta uniwersytecka (precedencja, tytułowanie, zasady korespondencji); etykieta biznesowa (dostosowanie ubioru do okoliczności, zasady przedstawiania, przygotowanie się do rozmowy kwalifikacyjnej).

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe zasady rządzące interpersonalnymi relacjami w życiu prywatnym oraz w relacjach zawodowych.

*Umiejętności (potrafi):* stosować zasady etykiety i kurtuazji w życiu społecznym i zawodowym.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* świadomego stosowania zasad etykiety w relacjach interpersonalnych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady.

### **3. Ochrona własności intelektualnej**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z regulacjami w zakresie prawa własności intelektualnej – zasadami, pojęciami, wybranymi procedurami.

*Treści merytoryczne:* podstawy prawne ochrony własności intelektualnej; pojęcie własności intelektualnej; podmioty prawa własności intelektualnej; treść prawa własności intelektualnej – prawa autorskie i pokrewne; ograniczenia praw autorskich; dozwolony użytek osobisty i publiczny utworów; naruszenie praw autorskich (plagiat i piractwo intelektualne).

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* ustawowy aparat pojęciowy związany z ochroną prawną własności intelektualnej.

*Umiejętności (potrafi):* dokonać identyfikacji oraz implementacji dozwolonych pól eksploatacji utworów w toku analizy krytycznej oraz działalności naukowej w środowisku akademickim.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* korzystania z ustawowych pól eksploatacji utworów w środowisku akademickim oraz życiu prywatnym (np. środowisku sieciowym).

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady.

#### **4. Szkolenie w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy**

*Cel kształcenia:* przekazanie podstawowych wiadomości na temat ogólnych zasad postępowania w razie wypadku podczas nauki i w sytuacjach zagrożeń, okoliczności i przyczyn wypadków studentów, zasad udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku, jak również wskazanie potencjalnych zagrożeń, z jakimi mogą zetknąć się studenci.

*Treści merytoryczne:* regulacje prawne z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy; obowiązujące ustawy, rozporządzenia w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w uczelniach; identyfikacja, analiza i ocena zagrożeń dla życia i zdrowia na poszczególnych kierunkach studiów; analiza okoliczności i przyczyn wypadków studentów; ogólne zasady postępowania w razie wypadku podczas nauki i w sytuacjach zagrożeń; zasady udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku – apteczka pierwszej pomocy.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w uczelniach; zasady udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku

*Umiejętności (potrafi):* postępować z materiałami niebezpiecznymi i szkodliwymi dla zdrowia; stosować zasady bezpieczeństwa związane z pracą; posługiwać się środkami ochrony indywidualnej i środkami ratunkowymi; wykorzystać umiejętność samokształcenia się w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* bezpiecznego postępowania z materiałami niebezpiecznymi i szkodliwymi dla zdrowia; przestrzegania zasad BHP przez siebie i swoich kolegów; przyjmowania odpowiedzialności za bezpieczeństwo i higienę pracy w swoim otoczeniu; angażowania się w podejmowanie czynności ratunkowych; współpracy z innymi specjalistami przy rozwiązywaniu pojawiających się problemów związanych z zachowaniem zasad bhp.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykłady.