Załącznik Nr 1 do Decyzji Nr 23/2026
Administratora Programów Studiów
z dnia 27 kwietnia 2026 roku

TREŚCI KSZTAŁCENIA

Kierunek studiów: nowe techniki genomowe w hodowli precyzyjnej roślin
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. Przedmioty z zakresu nauk humanistycznych lub z zakresu nauk społecznych I

Cel kształcenia: wprowadzenie poszerzonej wiedzy, terminologii i różnych koncepcji badawczych, dotyczących omawianego tematu z zakresu nauk humanistycznych lub z zakresu nauk społecznych.
Treści merytoryczne: przedmiot stanowi monograficzne i całościowe ujęcie wybranego zagadnienia z zakresu nauk humanistycznych: do wyboru przedmioty z ogólnouczelnianej oferty, np.: treści z zakresu: bitwy na pomniki - o materialnych odsłonach polityki pamięci na przykładzie Olsztyna; historii ziołolecznictwa; komunikacji interpersonalnej; nauki i kultury w epoce nowożytnej.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): pojęcia, terminy i założenia badawcze z omawianego zakresu wiedzy.
Umiejętności (potrafi): wykorzystać poznaną wiedzę w różnych sytuacjach zawodowych oraz w formułowaniu i rozwiązywaniu problemów badawczych.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): korzystania w życiu zawodowym i społecznym, a także we własnym rozwoju naukowym z różnych obszarów wiedzy.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady.

2. Przedmioty z zakresu nauk humanistycznych lub z zakresu nauk społecznych II

Cel kształcenia: wprowadzenie poszerzonej wiedzy i terminologii, dotyczących omawianego tematu z zakresu nauk humanistycznych lub z zakresu nauk społecznych.
Treści merytoryczne: przedmiot stanowi monograficzne i całościowe ujęcie wybranego zagadnienia z zakresu nauk społecznych, do wyboru przedmioty z zakresu, np.: ekonomii rozwoju; polityki gospodarczej.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): pojęcia i terminy z omawianego zakresu wiedzy.
Umiejętności (potrafi): wykorzystać poznaną wiedzę w różnych sytuacjach zawodowych oraz w formułowaniu i rozwiązywaniu problemów badawczych.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): korzystania w życiu zawodowym i społecznym, a także we własnym rozwoju naukowym z różnych obszarów wiedzy.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady.

3. Warsztaty specjalistyczne z języka obcego

Cel kształcenia: kształtowanie i rozwijanie kompetencji językowych, pozwalających na rozumienie, tłumaczenie i posługiwanie się leksyką specjalistyczną z zakresu precyzyjnej hodowli roślin, nowych technik genomowych (NGT), sekwencjonowania nowej generacji (NGS) oraz analizy danych na poziomie B2+.
Treści merytoryczne: wprowadzenie i wyćwiczenie materiału leksykalno-gramatycznego umożliwiającego przygotowanie do komunikacji w języku obcym w zakresie tematycznym dotyczącym wybranych elementów języka specjalistycznego; analiza tekstów naukowych i dyskusja; rozwiązywanie zadań i ćwiczeń językowych; tłumaczenie tekstów; prezentowanie rozmaitych metod uczenia się, zachęcanie do samodzielnego poszukiwania prawidłowości językowych i formułowania reguł;

różnorodność form pracy (indywidualna, w parach, w grupach) i typów zadań pozwalających na uwzględnienie w procesie nauczania indywidualnych uzdolnień i cech charakteru.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): słownictwo (w tym słownictwo specjalistyczne) w wybranym nowożytnym języku obcym z zakresu genomiki, biologii molekularnej roślin, hodowli roślin i regulacji NGT; struktury gramatyczne wybranego nowożytnego języka obcego występujące w oficjalnych dokumentach odnoszących się do problematyki związanej z precyzyjną hodowlą roślin.
Umiejętności (potrafi): samodzielnie tłumaczyć teksty, przygotować i wygłosić prezentację, zredagować tekst naukowy oraz prowadzić dyskusję merytoryczną z zakresu problematyki precyzyjnej hodowli roślin oraz technik NGT z wybranego nowożytnego języka obcego na język polski i odwrotnie.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): rozwoju osobistego w zakresie praktycznej znajomości wybranego nowożytnego języka obcego.
Forma prowadzenia zajęć: ćwiczenia.

4. Technologie bioinformatyczne i zarządzanie danymi badawczymi

Cel kształcenia: przekazanie wiedzy i nauka obsługi specjalistycznego oprogramowania z zakresu różnych narzędzi informatycznych, w tym analizy danych oraz wspomagających działania w precyzyjnej hodowli roślin, a także wdrożenie dobrych praktyk zarządzania danymi badawczymi.
Treści merytoryczne: praca w środowisku Linux; podstawy automatyzacji shell i kontroli wersji Git; formaty danych bioinformatycznych; dokumentowanie analiz (notatki/raport); zarządzanie repozytoriami; podstawy R/Python do analizy i wizualizacji; standardy bezpieczeństwa i archiwizacji danych.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): narzędzia informatyczne do statystycznego opracowania wyników badań oraz zagadnień dostosowanych do specyfiki precyzyjnej hodowli roślin; zasady organizacji pracy z danymi i narzędzia wspierające przejrzystość oraz powtarzalność analiz.
Umiejętności (potrafi): pozyskiwać i przetwarzać informacje z zakresu precyzyjnej hodowli roślin oraz prezentować opracowane materiały z wykorzystaniem narzędzi informatycznych; wykorzystywać nowoczesne technologie informatyczne w zakresie zbierania danych, obliczeń, interpretacji i prezentacji wyników; zorganizować pipeline analityczny; przygotować dane do analizy; udokumentować wyniki i współdzielić je zgodnie z zasadami dobrych praktyk.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): dokształcania i samodoskonalenia w zakresie wspomagania informatycznego w efektywnym wykonywaniu zawodu; ponoszenia odpowiedzialności za jakość, integralność i poufność danych.
Forma prowadzenia zajęć: ćwiczenia.

II. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH

1. Genetyka ilościowa i genomika w hodowli roślin

Cel kształcenia: przekazanie wiedzy dotyczącej genetyki ilościowej oraz genomiki stosowanej w hodowli roślin, w tym wraz z interpretacją zależności genotyp–fenotyp.
Treści merytoryczne: odziedziczalność i komponenty wariancji; struktura populacji; modele mieszane; selekcja i postęp hodowlany; markery DNA; podstawy selekcji wspomaganej markerami i selekcji genomowej; wprowadzenie do analizy QTL (loci cechy ilościowej) i GWAS (badanie asocjacyjne całego genomu).
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): założenia genetyki ilościowej i genomiki oraz ich zastosowanie w projektowaniu strategii hodowlanych.
Umiejętności (potrafi): interpretować parametry genetyczne; dobierać strategię selekcji i wnioskować na podstawie danych genotypowych i fenotypowych.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): krytycznej oceny danych i odpowiedzialności w podejmowaniu decyzji hodowlanych.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady, ćwiczenia.

2. Bioinformatyka NGS

Cel kształcenia: nabycie praktycznych umiejętności analizy danych sekwencjonowania nowej generacji (NGS) w kontekście precyzyjnej hodowli roślin i odmian wyhodowanych za pomocą nowych technik genomowych (NGT), ze szczególnym uwzględnieniem identyfikacji i adnotacji wariantów.

Treści merytoryczne: kontrola jakości (QC) surowych danych wraz z usuwaniem adapterów i sekwencji o niskiej jakości (trimming); mapowanie odczytów do genomu referencyjnego; identyfikacja i usuwanie duplikatów; identyfikacja polimorfizmów pojedynczych nukleotydów (SNP), małych insercji i delecji (Indels) oraz zmian strukturalnych (SV); filtrowanie wariantów oraz ich adnotacja funkcjonalna; bioinformatyczna ocena efektów zamierzonych i ubocznych (off-target) przy użyciu metod NGS; wizualizacja wyników; przygotowanie raportu z analiz.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): algorytmy i narzędzia bioinformatyczne; zasady interpretacji wyników analizy wariantów.
Umiejętności (potrafi): samodzielnie przeprowadzić analizę danych NGS; interpretować warianty i przygotować czytelny raport wyników.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): stałego doskonalenia kompetencji analitycznych oraz odpowiedzialności za poprawność wniosków.
Forma prowadzenia zajęć: ćwiczenia.

3. Projektowanie doświadczeń i fenotypowanie

Cel kształcenia: wykształcenie umiejętności projektowania doświadczeń hodowlanych oraz doboru metod fenotypowania i analizy danych.
Treści merytoryczne: zasady planowania doświadczeń (randomizacja, blokowanie, repetycje); dobór cech i metod pomiaru; fenotypowanie wysokoprzepustowe (HTP); przygotowanie danych; podstawy modelowania i wnioskowania; interpretacja efektów i niepewności.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): metody planowania doświadczeń; zasady analizy danych fenotypowych w hodowli roślin.
Umiejętności (potrafi): zaprojektować doświadczenie, zebrać i opracować dane fenotypowe; wyciągnąć wnioski w sposób uzasadniony metodologicznie.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): odpowiedzialności za poprawność metodologiczną i transparentność analiz.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady, ćwiczenia.

III. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH

1. Kierunki hodowli ilościowej i jakościowej roślin uprawnych

Cel kształcenia: zapoznanie z kluczowymi kierunkami współczesnej hodowli roślin uprawnych, obejmującymi zarówno doskonalenie cech ilościowych, jak i jakościowych; przedstawienie zasad integrowania klasycznych metod hodowlanych z nowoczesnymi narzędziami genomowymi i NGT.
Treści merytoryczne: pojęcie i znaczenie cech ilościowych i jakościowych; główne kierunki hodowli roślin uprawnych (plon, jakość, odporność, stabilność); strategie poprawy cech ilościowych; strategie poprawy cech jakościowych; kompromisy i ograniczenia hodowlane; integracja danych genetycznych i fenotypowych; miejsce NGT w długoterminowych programach hodowlanych.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): główne kierunki i cele hodowli ilościowej oraz jakościowej roślin uprawnych.
Umiejętności (potrafi): analizować i projektować strategie hodowlane dla wybranych cech.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): odpowiedzialnego podejmowania decyzji hodowlanych z uwzględnieniem skutków środowiskowych i ekonomicznych.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady, ćwiczenia.

2. Metody NGS w genomice roślin NGT

Cel kształcenia: poznanie nowoczesnych metod sekwencjonowania nowej generacji (NGS) oraz ich zastosowań w genomice roślin i walidacji edycji genomu roślin, w tym odmian wyhodowanych za pomocą nowych technik genomowych (NGT).
Treści merytoryczne: projektowanie eksperymentu; strategie sekwencjonowania takie jak sekwencjonowanie genomu, resekwencjonowanie, sekwencjonowanie celowane typu panel/amplikon, sekwencjonowanie RNA (RNA-seq); typy bibliotek sekwencjonowania; analiza wiarygodności odczytów (metryka Phred Q-score); ocena głębokości i jednorodności pokrycia (coverage) oraz weryfikacja specyficzności wzbogacania bibliotek celowanych (wskaźnik on-target); strategie weryfikacji i walidacji efektów edycji genomu: porównawcza analiza metod sekwencjonowania (amplicon NGS, targeted capture, WGS) w aspekcie wykrywania zamierzonych edycji oraz analizy

bezpieczeństwa (detekcja efektów off-target i rearanżacji chromosomowych); podstawy interpretacji błędów i artefaktów.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): zasady działania i ograniczenia technologii NGS oraz kryteria oceny jakości danych.
Umiejętności (potrafi): dobrać technologię i schemat walidacji do celu badania; zaplanować kontrolę jakości oraz wstępnie interpretować wyniki.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): ostrożności i rzetelności w raportowaniu wyników badań sekwencyjnych.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady (z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość), ćwiczenia.

3. Techniki NGT w hodowli precyzyjnej

Cel kształcenia: zrozumienie zasad i ograniczeń nowych technologii genomowych (NGT) oraz zapoznanie z kompletnym cyklem hodowlanym odmian NGT od postawienia celu, poprzez projekt edycji genomu do oceny ryzyka i przygotowania planu walidacji wprowadzonych zmian genomowych
Treści merytoryczne: mechanizmy i techniki edycji genomów roślinnych (CRISPR, TALEN i inne pochodne) w ujęciu koncepcyjnym; strategia doboru celów molekularnych (target), analiza wariantów allelicznych oraz doboru dostarczenia komponentów; minimalizacja efektów ubocznych; planowanie kontroli i walidacji; interpretacja wyników w kontekście hodowlanym.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): nowoczesne podejścia do precyzyjnej edycji genomu roślin oraz logikę projektowania eksperymentu.
Umiejętności (potrafi): zaprojektować koncepcyjnie strategię NGT dla wybranej cechy oraz przygotować plan walidacji i dokumentacji.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): odpowiedzialnego podejścia do bezpieczeństwa i zgodności regulacyjnej.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady, ćwiczenia.

4. Laboratorium NGT

Cel kształcenia: nabycie praktycznych umiejętności prowadzenia kluczowych etapów prac NGT obejmujących przygotowanie materiału roślinnego, selekcja, kontrola jakości i walidacja edycji lub modyfikacji.
Treści merytoryczne: wybór i przygotowanie materiału roślinnego; strategia kontroli eksperymentu; izolacja DNA/RNA; dobór markerów walidacyjnych; wykorzystanie sekwencjonowania Sangera oraz głębokiego sekwencjonowania amplikonów NGS w detekcji mutacji; praktyczna interpretacja zjawiska mozaicyzmu u mutantów pierwotnych oraz analiza segregacji cech w kolejnych pokoleniach.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): zasady walidacji mutacji ukierunkowanych oraz kryteria analizy jakości danych i materiału biologicznego.
Umiejętności (potrafi): zaplanować i wykonać walidację ukierunkowanych mutacji; krytycznie ocenić wyniki; udokumentować proces w standardzie wdrożeniowym.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): rzetelności naukowej; ostrożności w interpretacji; odpowiedzialności za jakość wyników.
Forma prowadzenia zajęć: ćwiczenia.

5. Kultury in vitro i regeneracja roślin w hodowli precyzyjnej

Cel kształcenia: poznanie i praktyczne opanowanie metod tkankowych kultur *in vitro* oraz regeneracji roślin uzyskiwanych w hodowli precyzyjnej; poznanie zasad pracy z materiałem roślinnym edytowanym genetycznie.
Treści merytoryczne: dobór i sterylizacja materiału roślinnego; przygotowanie eksplantatów i inicjacja roślinnej kultury *in vitro*; dobór składu pożywek i odpowiednich regulatorów wzrostu; organogeneza i embriogeneza somatyczna; selekcja i regeneracja roślin NGT; eliminacja chimeryzmu; aklimatyzacja; kontrola jakości roślin NGT (ocena morfologii i ploidalności).
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): uwarunkowania morfogenezy *in vitro*; czynniki wpływające na skuteczność regeneracji roślin NGT.

Umiejętności (potrafi): dobrać i zoptymalizować protokół *in vitro* dla gatunku oraz rodzaju eksplantatu; zorganizować pracę laboratoryjną z wykorzystaniem roślinnych kultur *in vitro* zgodnie ze standardami jakości, bezpieczeństwa oraz procedurami dotyczącymi pracy z roślinami NGT.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): odpowiedzialnej i bezpiecznej pracy laboratoryjnej oraz dokumentowania przebiegu doświadczeń.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady (z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość), ćwiczenia.

6. Regulacje prawne NGT

Cel kształcenia: zapoznanie z ramami regulacyjnymi i wymaganiami dokumentacyjnymi dla roślin NGT oraz z zasadami oceny ryzyka i komunikacji wyników.
Treści merytoryczne: przegląd regulacji prawnych dotyczących roślin NGT (nowe odmiany); zasady bezpieczeństwa biologicznego i identyfikowalności roślin i produktów NGT; dokumentacja procesu badawczo-rozwojowego; aspekty etyczne i prawne; elementy oceny ryzyka (ERA); komunikacja z interesariuszami obejmująca przygotowanie dokumentacji technicznej dla ekspertów oraz materiałów informacyjnych dla odbiorców pozanaukowych.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): wymagania prawne, etyczne i jakościowe dla projektów NGT; zasady przygotowania dokumentacji.
Umiejętności (potrafi): zidentyfikować wymagania formalne; przygotować szkic dokumentacji; komunikować wyniki w sposób zgodny z zasadami rzetelności.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): odpowiedzialności za zgodność regulacyjną i transparentność wobec interesariuszy.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady, ćwiczenia.

7. Seminarium dyplomowe I

Cel kształcenia: ukierunkowanie i sprecyzowanie indywidualnych zainteresowań naukowych w kontekście przygotowywanej pracy dyplomowej.
Treści merytoryczne: zasady metodyczne oraz rzetelność badań naukowych; wykorzystanie systemów Jednolitego Systemu Antyplagiatowego - JSA, Archiwizacji Prac Dyplomowych – APD; zakres przedmiotowy, czasowy pracy dyplomowej; zasady pisania i redagowania pracy dyplomowej; określenie zagadnień magisterskich i aktualny stan wiedzy z obszaru hodowli precyzyjnej roślin wspieranej nowoczesnymi metodami sekwencjonowania nowej generacji (NGS) oraz nowych technik genomowych (NGT); wybór obiektu i identyfikacja problemów do rozwiązania; gromadzenie literatury naukowej związanej z tematem pracy dyplomowej; jakościowe i liczbowe przedstawienie literatury krajowej i zagranicznej; indywidualna koncepcja pracy magisterskiej: sformułowanie tematu, tytułu, słów kluczowych, przedmiotu, hipotez i celu badań.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): zasady rzetelności badań naukowych, ochrony własności intelektualnej, prawa autorskiego i prasowego.
Umiejętności (potrafi): wyszukiwać informacje; komunikować się; dokonywać wstępnej analizy danych; sporządzać raporty i prezentacje wyników; analizować wyniki badań z oryginalnego piśmiennictwa naukowego; przekazywać zdobytą wiedzę w sposób logiczny i uporządkowany.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): przestrzegania zasad etyki przy zbieraniu i opisywaniu danych; wykazywania ostrożności i krytycyzmu w przyjmowaniu informacji z literatury naukowej, internetu, mających odniesienie do nowoczesnych osiągnięć z obszaru agrobiotechnologii, ze szczególnym uwzględnieniem hodowli precyzyjnej roślin wspieranej nowoczesnymi metodami sekwencjonowania nowej generacji (NGS) oraz nowych technik genomowych (NGT); szanowania cudzej własności intelektualnej, w tym prawa autorskiego.
Forma prowadzenia zajęć: ćwiczenia.

8. Seminarium dyplomowe II

Cel kształcenia: przekazanie wiedzy i ukształtowanie umiejętności z zakresu budowy założeń metodycznych pracy dyplomowej; ukierunkowanie i sprecyzowanie indywidualnych zainteresowań naukowych w kontekście przygotowywanej pracy dyplomowej; dokonanie analizy przeprowadzonych badań do pracy dyplomowej.
Treści merytoryczne: metodologia badań agrobiotechnologicznych; źródła danych; badania własne autora pracy dyplomowej; metody analizy danych (statystyczne, opisowe); indywidualne prezentacje

autora z postępów tworzenia pracy dyplomowej; dyskusja naukowa w zakresie hodowli precyzyjnej roślin wspieranej nowoczesnymi metodami sekwencjonowania nowej generacji (NGS) oraz nowych technik genomowych (NGT).
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): zasady metodologii badań naukowych w zakresie genetyki i hodowli roślin, ze szczególnym uwzględnieniem mechanizmów molekularnych oraz nowych technik genomowych (NGT) w procesie ulepszania cech użytkowych roślin; zaawansowane techniki hodowli precyzyjnej oraz ich rolę w optymalizacji produkcji roślinnej i zwiększaniu odporności na stresy środowiskowe; zasady opracowywania krytycznego przeglądu literatury naukowej oraz analizy danych eksperymentalnych związanych z tematyką realizowanej pracy dyplomowej.
Umiejętności (potrafi): identyfikować problemy badawcze; formułować cele badawcze; oceniać przydatność informacji do realizacji celów badań w zakresie hodowli precyzyjnej roślin wspieranej nowoczesnymi metodami sekwencjonowania nowej generacji (NGS) oraz nowych technik genomowych (NGT); rozpoznawać powiązania przyczynowo-skutkowe; formułować hipotezy badawcze; opracowywać narzędzia badawcze; redagować teksty naukowe.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): prowadzenia badań naukowych z zakresu hodowli precyzyjnej roślin wspieranej nowoczesnymi metodami sekwencjonowania nowej generacji (NGS) oraz nowych technik genomowych (NGT).
Forma prowadzenia zajęć: ćwiczenia.

9. Seminarium dyplomowe III

Cel kształcenia: przygotowanie pracy dyplomowej.
Treści merytoryczne: wyniki badań; podsumowanie i wnioski z pracy; redakcja pracy dyplomowej (tekst, tabele, rysunki, wykresy, itp.); indywidualne prezentacje wyników pracy dyplomowej; zasady dyskusji naukowej ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki hodowli precyzyjnej roślin wspieranej nowoczesnymi metodami sekwencjonowania nowej generacji (NGS) oraz nowych technik genomowych (NGT).
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): cele, formę i układ pracy dyplomowej z zakresu hodowli precyzyjnej roślin wspieranej nowoczesnymi metodami sekwencjonowania nowej generacji (NGS) oraz nowych technik genomowych (NGT).
Umiejętności (potrafi): przygotować pracę dyplomową.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): oceny badań naukowych; ewaluacji własnych kompetencji w zakresie hodowli precyzyjnej roślin wspieranej nowoczesnymi metodami sekwencjonowania nowej generacji (NGS) oraz nowych technik genomowych (NGT).
Forma prowadzenia zajęć: ćwiczenia.

10. Praca dyplomowa I

Praca dyplomowa I A

Cel kształcenia: przygotowanie do samodzielnego planowania i prowadzenia badań naukowych w zakresie hodowli precyzyjnej roślin, w szczególności w obszarze nowych technik genomowych NGT oraz roślinnych kultur *in vitro*; rozwinięcie kompetencji w zakresie krytycznej analizy literatury polskiej i zagranicznej, formułowania uzasadnienia naukowego oraz metodologicznie poprawnego gromadzenia, opracowania i interpretacji danych eksperymentalnych.
Treści merytoryczne: pogłębiona analiza aktualnego stanu wiedzy w zakresie hodowli precyzyjnej roślin, ze szczególnym uwzględnieniem mechanizmów i zastosowań nowych technik genomowych (NGT) oraz zaawansowanych systemów kultur *in vitro*; proces formułowania hipotez badawczych i celów pracy na podstawie światowego piśmiennictwa naukowego; dobór metod badawczych do realizacji pracy magisterskiej oraz przygotowanie metodyczne i ocena funkcjonalności narzędzi i technik badawczych.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): metody badawcze stosowane w przygotowywanej pracy magisterskiej.
Umiejętności (potrafi): dokonać przeglądu piśmiennictwa z weryfikacją aktualnych źródeł literatury; przeprowadzić badania do pracy magisterskiej i sformułować wstępne wnioski.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): zachowania zasad etyki oraz poszanowania praw wynikających z ochrony własności intelektualnej; krytycznej weryfikacji dostępnych metod związanych z hodowlą precyzyjną roślin i technikami NGT.

Forma prowadzenia zajęć: praca dyplomowa.

Praca dyplomowa I B

Cel kształcenia: przygotowanie do samodzielnego planowania i prowadzenia badań naukowych w zakresie hodowli precyzyjnej roślin, w szczególności w obszarze sekwencjonowania nowej generacji (NGS) oraz pozostałych technik molekularnych; rozwinięcie kompetencji w zakresie krytycznej analizy literatury polskiej i zagranicznej, formułowania uzasadnienia naukowego oraz metodologicznie poprawnego gromadzenia, opracowania i interpretacji danych eksperymentalnych.

Treści merytoryczne: pogłębiona analiza aktualnego stanu wiedzy w obszarze wykorzystania technik molekularnych oraz sekwencjonowania w precyzyjnej hodowli roślin; proces formułowania hipotez badawczych i celów pracy na podstawie światowego piśmiennictwa naukowego; dobór metod badawczych do realizacji pracy magisterskiej oraz przygotowanie metodyczne i ocena funkcjonalności narzędzi i technik badawczych.

Efekty uczenia się:

Wiedza (zna i rozumie): metody badawcze stosowane w przygotowywanej pracy magisterskiej.

Umiejętności (potrafi): dokonać przeglądu piśmiennictwa z weryfikacją aktualnych źródeł literatury; przeprowadzić badania do pracy magisterskiej i sformułować wstępne wnioski.

Kompetencje społeczne (jest gotów do): zachowania zasad etyki oraz poszanowania praw wynikających z ochrony własności intelektualnej; krytycznej weryfikacji dostępnych metod związanych z wykorzystaniem technik molekularnych i sekwencjonowania w precyzyjnej hodowli roślin.

Forma prowadzenia zajęć: praca dyplomowa.

11. Praca dyplomowa II

Praca dyplomowa II A

Cel kształcenia: zredagowanie ostatecznej wersji pracy dyplomowej, zgodnie z zasadami rzetelności naukowej i z poszanowaniem zasad argumentacji opartej na wiedzy.

Treści merytoryczne: przygotowanie ostatecznej wersji pracy magisterskiej, zgodnie z wymogami redakcyjnymi, edytorskimi, zasadami rzetelności naukowej i z poszanowaniem zasad argumentacji opartej na wiedzy w zakresie hodowli precyzyjnej roślin, w szczególności w obszarze nowych technik genomowych (NGT) oraz roślinnych kultur *in vitro*.

Efekty uczenia się:

Wiedza (zna i rozumie): zasady ochrony własności intelektualnej, prawa autorskiego i prasowego.

Umiejętności (potrafi): napisać pracę magisterską zgodnie z poznanymi zasadami metodycznymi i edytorskimi.

Kompetencje społeczne (jest gotów do): zachowania zasad etyki oraz poszanowania praw wynikających z ochrony własności intelektualnej.

Forma prowadzenia zajęć: praca dyplomowa.

Praca dyplomowa II B

Cel kształcenia: zredagowanie ostatecznej wersji pracy dyplomowej, zgodnie z zasadami rzetelności naukowej i z poszanowaniem zasad argumentacji opartej na wiedzy.

Treści merytoryczne: przygotowanie ostatecznej wersji pracy magisterskiej, zgodnie z wymogami redakcyjnymi, edytorskimi, zasadami rzetelności naukowej i z poszanowaniem zasad argumentacji opartej na wiedzy w zakresie hodowli precyzyjnej roślin, w szczególności w obszarze sekwencjonowania nowej generacji (NGS) oraz pozostałych technik molekularnych.

Efekty uczenia się:

Wiedza (zna i rozumie): zasady ochrony własności intelektualnej, prawa autorskiego i prasowego.

Umiejętności (potrafi): napisać pracę magisterską zgodnie z poznanymi zasadami metodycznymi i edytorskimi.

Kompetencje społeczne (jest gotów do): zachowania zasad etyki oraz poszanowania praw wynikających z ochrony własności intelektualnej.

Forma prowadzenia zajęć: praca dyplomowa.

12. Przedmiot do wyboru I - Własność intelektualna i transfer technologii w hodowli roślin

Cel kształcenia: zrozumienie mechanizmów i zasad ochrony własności intelektualnej oraz nabycie praktycznych umiejętności z zakresu transferu technologii i zarządzania innowacjami w obszarze hodowli precyzyjnej i technik NGT.

Treści merytoryczne: systemy patentowe i procedury zgłoszeniowe; analiza czystości patentowej (FTO); negocjowanie licencji i umów technologicznych; prawna ochrona odmian roślin (UPOV/COBORU);

ochrona własności przemysłowej w obszarze technik edycji genomu; tajemnica przedsiębiorstwa (know-how); ścieżki komercjalizacji wyników badań; rola jednostek transferu technologii; analiza studiów przypadków wdrożeń rynkowych.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): złożone zagadnienia własności intelektualnej oraz specyficzne dla branży agro-tech procedury transferu technologii i komercjalizacji innowacji.
Umiejętności (potrafi): przeprowadzić ocenę potencjalnych zagrożeń prawnych i finansowych wynikających z zarządzania własnością intelektualną (ryzyka IP); opracować zarys strategii ochrony innowacyjnych rozwiązań oraz sformułować plan ich komercjalizacji.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): etycznego i odpowiedzialnego zarządzania wynikami pracy twórczej oraz dbania o bezpieczeństwo prawne i interesy ekonomiczne reprezentowanej instytucji lub przedsiębiorstwa.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady, ćwiczenia.

13. Przedmiot do wyboru I - Przyspieszona hodowla roślin

Cel kształcenia: poznanie metod skracania cyklu hodowlanego roślin i integracji przyspieszonej hodowli (ang. speed breeding) z selekcją wspomaganą nowoczesnymi technikami genomowymi i molekularnymi w celu optymalizacji postępu genetycznego.
Treści merytoryczne: warunki środowiskowe i protokoły speed breeding; specyfika doboru gatunków i odmian; integracja przyspieszonej hodowli z systemami markerowymi i selekcją genomową; metody kontroli jakości i monitoringu stanu fizjologicznego roślin; techniczne aspekty planowania zasobów m.in. szklarnie inteligentne, systemy fotobioreaktorów i kontenerowe hale uprawne.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): biologiczne uwarunkowania i technologiczne bariery przyspieszania cyklu hodowlanego oraz relacje między architekturą obiektu uprawowego a efektywnością programów hodowlanych; zasady i ograniczenia przyspieszonej hodowli; potrzebę integracji z nowoczesnymi narzędziami selekcji.
Umiejętności (potrafi): zaprojektować kompleksowy schemat przyspieszonej hodowli dla konkretnego gatunku i cechy, uwzględniając harmonogram prac laboratoryjnych i szklarniowych oraz analizę wykonalności.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): promowania zrównoważonych rozwiązań w agrotechnice oraz odpowiedzialnego zarządzania kosztochłonnymi zasobami technologicznymi i energetycznymi, z uwzględnieniem zasad bezpieczeństwa pracy.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady, ćwiczenia.

14. Przedmiot do wyboru II - NGT w gatunkach leśnych i roślinach wieloletnich

Cel kształcenia: zrozumienie specyfiki biologicznej, technicznej i regulacyjnej wdrażania technik NGT u gatunków o długim cyklu życiowym; przygotowanie do projektowania precyzyjnych modyfikacji genomu z uwzględnieniem barier regeneracyjnych, stabilności epigenetycznej zmian oraz specyfiki oceny bezpieczeństwa w ekosystemach leśnych.
Treści merytoryczne: architektura genomów drzew i roślin wieloletnich; strategie edycji cech złożonych, takich jak: odporność na patogeny, jakość drewna, przyrosty biomasy; bariery totipotencji i regeneracji *in vitro* u drzew leśnych; zaawansowane metody edycji genomu; trwałość i stabilność edycji genomu w skali wieloletniej; indukcja wczesnego kwitnienia jako narzędzie przyspieszania hodowli; projektowanie wielkoskalowych testów polowych; ocena ryzyka ekologicznego i przepływu genów w populacjach naturalnych; aspekty społeczne i etyczne inżynierii leśnej.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): kluczowe ograniczenia fizjologiczne i genetyczne wdrożeń NGT u gatunków o długim cyklu życia oraz ich wpływ na długoterminową strategię badawczą.
Umiejętności (potrafi): opracować kompleksowy projekt edycji genomu dla wybranego gatunku leśnego, dobierając adekwatne metody dostarczania narzędzi edycyjnych; zaproponować plan wieloletniej walidacji i monitoringu wprowadzonych zmian.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): krytycznej analizy i brania odpowiedzialności za dalekosiężne skutki środowiskowe wprowadzania organizmów NGT do ekosystemów otwartych.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady, ćwiczenia.

15. Przedmiot do wyboru II - Selekcja genomowa roślin

Cel kształcenia: poznanie nowoczesnych metod wspomagania hodowli roślin poprzez wykorzystanie informacji genomicznych; opanowanie warsztatu analitycznego – od identyfikacji genów i markerów, po budowanie i walidację modeli selekcji genomowej.
Treści merytoryczne: wykorzystanie mapowania loci cech ilościowych (QTL) i analiz asocjacyjnego badania całego genomu (GWAS) do identyfikacji markerów molekularnych i genów kandydujących w nowoczesnej selekcji roślin; struktura populacji; kontrola błędu fałszywych odkryć; przygotowanie danych fenotypowych i genotypowych; metryki jakości; selekcja genomowa: koncept predykcji, walidacja, interpretacja i wdrożenie; interpretacja wyników i rekomendacja selekcyjna.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): podstawy mapowania QTL i analiz GWAS oraz ich rolę w identyfikacji genetycznych uwarunkowań cech użytkowych; koncepcję selekcji genomowej jako narzędzia predykcji wartości hodowlanej na podstawie danych genomowych.
Umiejętności (potrafi): przygotować i integrować dane fenotypowe oraz genotypowe do modelowania statystycznego; przeprowadzić walidację modeli predykcyjnych i interpretować metryki ich dokładności w kontekście różnych schematów hodowlanych; wykorzystać wyniki analiz bioinformatycznych na konkretne rekomendacje selekcyjne, wskazując osobniki o najwyższym potencjale hodowlanym.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): krytycznej oceny wiarygodności wyników analiz genomicznych przed ich wdrożeniem w proces hodowlany; współpracy w interdyscyplinarnych zespołach w celu optymalizacji programów hodowlanych.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady, ćwiczenia.

16. Przedmiot do wyboru III - Mikrobiom roślin i interakcje roślina–mikroorganizm

Cel kształcenia: zrozumienie roli mikrobiomu w kształtowaniu cech użytkowych i funkcjonowaniu roślin oraz nabycie umiejętności wykorzystania interakcji biotycznych do optymalizacji programów hodowlanych i oceny bezpieczeństwa środowiskowego zastosowanych edycji genomu roślinnego.
Treści merytoryczne: architektura i funkcje mikrobiomu ryzosfery, fyllosfery oraz endofitów; nowoczesne metody profilowania mikrobiomu: od analiz amplikonowych po metagenomikę funkcjonalną; czynniki kształtujące mikrobiom; eksperymenty i interpretacja; wykorzystanie pożytecznych mikroorganizmów w zwiększaniu odporności na stresy biotyczne i abiotyczne oraz efektywności pobierania składników pokarmowych.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): mechanizmy wzajemnego oddziaływania roślin i mikroorganizmów; potencjał i ograniczenia metod analizy mikrobiomu w diagnostyce stanu roślin.
Umiejętności (potrafi): zaproponować schemat badania struktury i funkcji mikrobiomu oraz zinterpretować wyniki w kontekście cech użytkowych i przydatności danych w procesie selekcji.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): pracy w zespołach interdyscyplinarnych oraz zachowania krytycyzmu przy interpretacji wyników, uwzględniając wysoką zmienność i zależność procesów biologicznych od warunków środowiskowych.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady, ćwiczenia.

17. Przedmiot do wyboru III - Metabolomika i fenotyp chemiczny w selekcji

Cel kształcenia: poznanie metod profilowania metabolicznego roślin oraz nabycie umiejętności wykorzystania danych o fenotypie chemicznym do identyfikacji biomarkerów selekcyjnych i oceny składu roślin poddanych technikom NGT.
Treści merytoryczne: strategie analizy metabolomiki ukierunkowanej i nieukierunkowanej; zaawansowane protokoły przygotowania i ekstrakcji próbek roślinnych; techniki chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas (LC-MS) oraz chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas (GC-MS) w analizie metabolitów pierwotnych i wtórnych; czyszczenie danych, normalizacja i statystyczna analiza wielowymiarowa; mapowanie ścieżek metabolicznych; identyfikacja i walidacja biomarkerów metabolicznych; ograniczenia metod analitycznych i interpretacja wyników w kontekście systemowym.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): zasady funkcjonowania systemów analitycznych oraz mechanizmy regulacji procesów metabolicznych, które determinują jakość i odporność roślin.

Umiejętności (potrafi): zaprojektować kompleksowy eksperyment metabolomiczny; przeprowadzić analizę statystyczną surowych danych oraz zaproponować biomarkery o kluczowym znaczeniu dla procesu selekcji hodowlanej.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): rzetelnego i transparentnego raportowania wyników analiz oraz krytycznej weryfikacji postawionych hipotez badawczych z wykorzystaniem niezależnych metod walidacji.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady, ćwiczenia.

18. Przedmiot do wyboru IV - Quality management and traceability in plant improvement projects

Cel kształcenia: rozwinięcie praktycznych kompetencji w zakresie zarządzania jakością, dokumentacji oraz pełnej identyfikowalności, niezbędnych w procesach badawczo-rozwojowych oraz we wdrażaniu ulepszonego materiału roślinnego, w tym linii uzyskanych technikami NGT.
Treści merytoryczne: koncepcja jakości od etapu projektowania (Quality by Desig); standardowe procedury operacyjne (SOP); systemy śledzenia próbek i zarządzanie danymi laboratoryjnymi (LIMS); cyfrowe ścieżki audytu; integralność danych; standardy raportowania wyników; identyfikowalność w łańcuchu dostaw materiału roślinnego; zarządzanie ryzykiem; studia przypadków z obszaru hodowli roślin i środowisk regulowanych prawnie.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): zaawansowane koncepcje i narzędzia kontroli jakości oraz zasady zapewnienia pełnej przejrzystości procesów hodowlanych i biotechnologicznych.
Umiejętności (potrafi): opracować pakiet dokumentacji jakościowej (procedury SOP oraz plan identyfikowalności) oraz przeprowadzić audyt wewnętrzny w celu oceny ryzyk związanych ze zgodnością operacyjną.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): promowania standardów etycznych i transparentności w pracy badawczej oraz brania odpowiedzialności za bezpieczeństwo i wiarygodność wprowadzanych innowacji roślinnych oraz poddania procesów audytom i kontroli ze strony interesariuszy.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady (z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość), ćwiczenia.

19. Przedmiot do wyboru IV – New frontiers in plant genetics and agrobiotechnology

Cel kształcenia: zapoznanie z najnowszymi, przełomowymi odkryciami w genetyce roślin i ich transformacją w komercyjne technologie agrobiotechnologiczne oraz trendami, które kształtują przyszłość hodowli roślin; rozwinięcie umiejętności krytycznej analizy literatury naukowej i identyfikacji technologii o najwyższym potencjale wdrożeniowym w rolnictwie przyszłości.
Treści merytoryczne: aktualne trendy i odkrycia z zakresu genetyki i agrobiotechnologii, w tym między innymi zaawansowana edycja genomu; epigenetyka i epimutacje w adaptacji roślin; biologia syntetyczna i projektowanie szlaków metabolicznych *de novo*; genetyka systemowa, pangenomika i jej znaczenie w rozumieniu bioróżnorodności; rola sztucznej inteligencji (AI) i uczenia maszynowego w przewidywaniu interakcji genotyp-środowisko; wykorzystanie systemów gene drive.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): najnowsze mechanizmy molekularne determinujące cechy użytkowe roślin oraz zaawansowane strategie biotechnologiczne stosowane w globalnym sektorze agrobiotechnologicznym.
Umiejętności (potrafi): krytycznie oceniać potencjał aplikacyjny nowych odkryć genetycznych i proponować wykorzystanie innowacyjnych rozwiązań technologicznych dla konkretnych problemów hodowlanych.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): merytorycznego dyskursu na temat etycznych, prawnych i ekonomicznych aspektów wprowadzania przełomowych technologii agrobiotechnologicznych do praktyki rolniczej.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady (z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość), ćwiczenia.

20. Przedmiot do wyboru V - Komunikacja ryzyka i akceptacja społeczna innowacji NGT

Cel kształcenia: zrozumienie psychologicznych i socjologicznych uwarunkowań akceptacji nowoczesnych innowacji biotechnologicznych oraz nabycie praktycznych umiejętności w zakresie strategicznej komunikacji ryzyka i korzyści, niezbędnych do prowadzenia konstruktywnego dialogu między nauką a społeczeństwem.

Treści merytoryczne: percepcja ryzyka; interesariusze; komunikaty oparte na dowodach; praca z mediami; etyka komunikacji; analiza przypadków kontrowersji; przygotowanie materiałów informacyjnych; psychologia percepcji ryzyka (intuicja vs. fakty); identyfikacja i mapowanie interesariuszy; konstruowanie komunikatów opartych na dowodach; techniki skutecznej współpracy z mediami tradycyjnymi i społecznościowymi; etyka komunikacji naukowej; analiza historycznych i współczesnych kontrowersji wokół roślin GMO/NGT; projektowanie kampanii informacyjnych i edukacyjnych; zarządzanie sytuacją kryzysową i przeciwdziałanie dezinformacji.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): złożone mechanizmy kształtowania się postaw społecznych wobec innowacji technologicznych oraz zasady transparentnej komunikacji naukowej w warunkach niepewności.
Umiejętności (potrafi): opracować wielokanałową strategię komunikacji dla technologii NGT, dostosowując język i argumentację do specyfiki różnych grup odbiorców oraz moderować dialog z interesariuszami o odmiennych systemach wartości.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): prezentowania postawy opartej na uczciwości intelektualnej, poszanowaniu obaw społecznych oraz brania odpowiedzialności za etyczny wymiar upowszechniania wiedzy o osiągnięciach nowoczesnej biotechnologii.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady, ćwiczenia.

21. Przedmiot do wyboru V - Projektowanie strategii odporności i tolerancji stresów

Cel kształcenia: zintegrowanie zaawansowanej wiedzy o fizjologicznych i molekularnych mechanizmach odpowiedzi roślin na stresy abiotyczne i biotyczne z nowoczesnym warsztatem hodowlanym (NGT, selekcja genomowa) w celu tworzenia stabilnych i wydajnych odmian roślin.
Treści merytoryczne: molekularne podstawy odporności i częściowej tolerancji na stresy abiotyczne i biotyczne; identyfikacja kluczowych celów genetycznych dla technik NGT; dobór precyzyjnych metryk fenotypowych i wykorzystanie fenotypowania wysokoprzepustowego; projektowanie kontrolowanych doświadczeń stresowych; integracja danych wielkoskalowych (fenotyp–genotyp–omics); strategie kompensacji kosztów energetycznych odporności; walidacja stabilności cech w zmiennych warunkach środowiskowych.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): podstawy biologiczne odporności i tolerancji stresów; złożone interakcje między genotypem a środowiskiem (G×E) oraz nowoczesne strategie projektowania strategii hodowli roślin o podwyższonej odporności na stresy współwystępujące.
Umiejętności (potrafi): opracować kompleksowy program poprawy tolerancji na wybrany czynnik stresowy, uwzględniając precyzyjny plan walidacji molekularnej oraz ocenę potencjalnych efektów ubocznych (plejotropia).
Kompetencje społeczne (jest gotów do): krytycznej oceny ograniczeń biologicznych projektowanych rozwiązań oraz do iteracyjnego doskonalenia strategii hodowlanych w obliczu dynamicznych zmian klimatycznych.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady, ćwiczenia.

22. Przedmiot wydziałowy do wyboru - Chwasty szkodliwe i użyteczne

Cel kształcenia: zapoznanie z negatywnym i pozytywnym znaczeniem chwastów polnych i ogrodowych.
Treści merytoryczne: chwasty – terminologia, pochodzenie, klasyfikacja według różnych kryteriów; źródła i przyczyny pojawów chwastów w ekosystemach polnych i ogrodowych; konkurencyjność i allelopatia chwastów; troficzne i paratroficzne funkcje chwastów w ekosystemach; ekosystemowe znaczenie różnorodności chwastów; chwasty jadalne i trujące, ekspansywne i inwazyjne; chwasty w lecznictwie, kosmetyce, ochronie roślin, bioindykacji i fitoremediacji; rola chwastów w obiegach biogeochemicznych; chwasty jako źródło składników pokarmowych, energii, barwników; walory estetyczne chwastów; chwasty jako źródło genów i rośliny modelowe w badaniach naukowych; ‘superchwasty’ jako skutki modyfikacji genetycznej roślin uprawnych.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): pojęcie chwastu; klasyfikację chwastów; aspekty szkodliwości i użyteczności chwastów.
Umiejętności (potrafi): rozpoznać gatunki pospolitych krajowych chwastów polnych, ogrodowych i ruderalnych.

Kompetencje społeczne (jest gotów do): poszerzania i pogłębiania wiedzy na temat znaczenia roślinności dzikiej w ekosystemach i różnych dziedzinach gospodarki człowieka.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady, ćwiczenia.

23. Przedmiot wydziałowy do wyboru - Hodowla roślin ozdobnych

Cel kształcenia: zapoznanie z hodowlą roślin ozdobnych w Polsce i na świecie.
Treści merytoryczne: hodowla roślin ozdobnych w Polsce i na świecie; wiodące polskie i zagraniczne ogrodnicze firmy hodowlane; cele hodowlane współczesnej hodowli roślin ozdobnych; etapy hodowli nowych odmian roślin ozdobnych; metody hodowli roślin ozdobnych; krzyżowanie roślin ozdobnych – etapy; wymogi rejestracyjne nowej odmiany w Polsce (Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych - COBORU) i Wielkiej Brytanii (Royal Horticultural Society - RHS); poliploidalność u roślin ozdobnych; krzyżowanie w wybranych rodzinach roślinach ozdobnych (Liliowate, Astrowate, Storczykowate); wykorzystanie katalogu barw (RHS Colour Chart); rejestracja odmiany w Polsce – COBORU; rejestracja odmiany w Wielkiej Brytanii - RHS; etapy rejestracji nowego klonu.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): pojęcia, definicje oraz zasady związane z hodowlą roślin ozdobnych, w szczególności kwiatów, drzew i krzewów.
Umiejętności (potrafi): zaplanować i przeprowadzić proces hodowlany u wybranego gatunku rośliny, z uwzględnieniem odpowiednich metod.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): ciągłego doskonalenia wiedzy i umiejętności w zakresie hodowli roślin oraz świadomego wykorzystania jej w praktyce.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady, ćwiczenia.

24. Przedmiot wydziałowy do wyboru - Precyzyjna ochrona roślin przed patogenami

Cel kształcenia: zapoznanie z nowoczesnymi precyzyjnymi metodami ochrony roślin przed patogenami oraz technikami rozpoznawania i prognozowania wystąpienia chorób roślin.
Treści merytoryczne: zmiany w przepisach prawa dotyczących ochrony roślin umożliwiające stosowanie dronów i technik wyciszania genów patogenów; charakterystyka zjawiska powstawania form odpornych patogenów na fungicydy strobilurynowe, triazolowe, SDHI i bezimidazolowe: mutacje punktowe, nadekspresja genów; geny odpowiedzialne za wirulencję patogenów *Fusarium* spp., *Blumeria graminis* i *Zymoseptoria tritici*; charakterystyka nowoczesnej klasy fungicydów opartych na mechanizmie interferencji RNA (RNAi); innowacyjne formy użytkowe nowych klas fungicydów; znaczenie biologicznych i biotechnicznych metod ochrony roślin przed patogenami; wykorzystanie dronów w ochronie roślin; znaczenie sygnalizacji i prognozowania występowania chorób roślin; ocena presji fungicydów na populacje patogenów; izolacja patogenów z tkanki rośliny; wrażliwość *in vitro* patogenów na fungicydy; metody wyznaczania wskaźnika EC_{50} dla fungicydów; wykrywanie mutacji punktowych odpowiedzialnych za zjawisko odporności patogenów na fungicydy; techniki wyciszania genów wirulencji patogenów; specyfika wyznaczania dawek i sporządzania cieczy roboczych; przegląd dostępnych aplikacji ułatwiających rozpoznawanie chorób roślin i wyznaczanie terminów zabiegów ochronnych.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): definicje z zakresu precyzyjnych metod ochrony z wykorzystaniem innowacyjnego sprzętu do wykonywania zabiegów ochronnych.
Umiejętności (potrafi): wykonać projekt ochrony wybranej rośliny z zastosowaniem nowoczesnych metod i technik ochrony roślin i narzędzi do rozpoznawania i prognozowania wystąpienia chorób roślin.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): poszerzania i pogłębiania wiedzy z zakresu zmieniających się przepisów prawa i stosowania innowacyjnych metod ochrony roślin przed patogenami.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady, ćwiczenia.

25. Przedmiot wydziałowy do wyboru - Układy symbiotyczne w agroekosystemach

Cel kształcenia: zapoznanie z rolą i znaczeniem wzajemnego oddziaływania organizmów w funkcjonowaniu ekosystemów rolniczych ze szczególnym uwzględnieniem nowoczesnych podejść do analizy interakcji między mikroorganizmami a ich elementami.
Treści merytoryczne: zaawansowane modele interakcji biologicznych w agroekosystemach; symbiotyczna regeneracja gleb użytkowanych rolniczo i regulacja cykli biogeochemicznych; biologiczne i chemiczne strategie obronne mikrobiomów glebowych w agroekosystemach; mikrobiomy roślinne w warunkach stresogennych; interakcje organizmów eukariotycznych z prokariotycznymi w

agroekosystemach; krążenie materii w ekosystemach rolniczych; stan i zagrożenia gleb na terenach rolniczych oraz w mozaikach krajobrazów rolniczo-leśnych; nowoczesne techniki bioindykacji weryfikujące zdrowie gleby; izolacja i identyfikacja mikroorganizmów symbiotycznych; analiza molekularna gleb w strefach ryzosferowych; koncypowanie struktury mykoryz i bakterii brodawkowych; zwiększenie zasobów węgla organicznego w glebie; symbioza epifitów i endofitów roślin uprawnych; symulacja konsorcjów mikroorganizmów w kulturach mieszanych; rola metabolitów wtórnych w interakcjach między organizmami.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): rolę interakcji między organizmami w agroekosystemach; znaczenie mikroorganizmów w cyklach biogeochemicznych; rolę mikroorganizmów w sieciach troficznych agrekosystemów oraz wskaźniki zdrowia gleby.
Umiejętności (potrafi): analizować mikrobiom gleby rolniczej; projektować eksperymenty badające interakcje organizmów prokariotycznych i eukariotycznych; ocenić stan i jakość gleb.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): poszerzania i pogłębiania wiedzy oraz korzystania z różnych materiałów źródłowych; rozwiązywania problemów związanych z agroekosystemami; zachowania ostrożności i krytycyzmu w wyrażaniu opinii na temat zależności i interakcji troficznych w agroekosystemach.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady, ćwiczenia.

26. Przedmiot wydziałowy do wyboru - Analiza obrazu w precyzyjnej hodowli roślin
Cel kształcenia: zapoznanie z zasadami analizy i przetwarzania obrazów i uświadomienie możliwości zastosowania tej techniki jako bezinwazyjnego i efektywnego narzędzia we współczesnej hodowli roślin.
Treści merytoryczne: zagadnienia związane z analizą i przetwarzaniem obrazu (akwizycja obrazu, segmentacja obrazu, formaty plików graficznych, modele opisywania koloru); program ImageJ® jako uniwersalne narzędzie umożliwiające wykonanie analizy obrazu – wprowadzenie do programu i zapoznanie z jego podstawowymi funkcjami; zasady prawidłowego wykorzystania skanera płaskiego i aparatu cyfrowego do pobierania obrazu; wykonywanie analizy kształtu, jasności i koloru obrazu wybranych obiektów; analiza statystyczna otrzymanych wyników (programy EXCEL i STATISTICA); wprowadzenie do programów Corel PhotoPaint i Corel Draw (aktualna wersja pakietu COREL Suite).
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): definicje związane z analizą i przetwarzaniem obrazów czarnobiałych, obrazów w stopniach szarości i kolorowych.
Umiejętności (potrafi): wykonać wszystkie najważniejsze etapy analiz obrazu.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): poszerzania i pogłębiania wiedzy z zakresu technologii informacyjnych wykorzystywanych we współczesnej hodowli roślin.
Forma prowadzenia zajęć: wykłady, ćwiczenia.

IV. PRAKTYKA

1. Praktyka dyplomowa

Cel kształcenia: zapoznanie z zasadami planowania oraz organizacji eksperymentów naukowych oraz wykorzystaniem zebranych danych przy przygotowaniu pracy magisterskiej.
Treści merytoryczne: metody planowania, organizacji badań i eksperymentów naukowych; metody naukowo – badawcze; fazy procesu badawczego (formułowanie problemu badawczego; formułowanie hipotez badawczych (rozwiązań teoretycznych); praktyczne planowanie postępowania empirycznego; opracowanie metodyki badań lub planu doświadczenia; zbieranie dowodów; wybór techniki statystycznej; weryfikacja wyników; zbieranie i przetwarzanie danych; poszanowanie praw autorskich w planowaniu i organizacji badań naukowych.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): w stopniu pogłębionym zasady opracowania metodyki badań naukowych oraz zasady planowania i realizacji eksperymentu badawczego z poszanowaniem prawa autorskiego.
Umiejętności (potrafi): przeprowadzić pod nadzorem i we współpracy z promotorem badania naukowe oraz selekcjonować i gromadzić dane z zachowaniem praw dotyczących własności intelektualnej.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): przeprowadzenia procesu planowania i organizacji badań naukowych; pracy w zespole badawczym.
Forma prowadzenia zajęć: praktyka.

V. INNE

1. Szkolenie w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy

Cel kształcenia: przekazanie wiadomości na temat ogólnych zasad postępowania w razie wypadku podczas nauki i w sytuacjach zagrożeń, okoliczności i przyczyn wypadków, zasad udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku, jak również wskazanie potencjalnych zagrożeń.

Treści merytoryczne: właściwe rozporządzenia regulujące kwestie bezpieczeństwa i higieny pracy; identyfikacja, analiza i ocena zagrożeń dla życia i zdrowia (czynniki niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe); analiza okoliczności i przyczyn wypadków; ogólne zasady postępowania w razie wypadku podczas nauki i w sytuacjach zagrożeń (np. pożaru); zasady udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku — apteczka pierwszej pomocy; posługiwanie się różnymi typami gaśnic; zapobieganie zaczadzeniu; przestrzeganie reżimu sanitarnego w czasie pandemii.

Efekty uczenia się:

Wiedza (zna i rozumie): zagadnienia na temat ogólnych zasad postępowania w razie wypadku podczas nauki i w sytuacjach zagrożeń, okoliczności i przyczyn wypadków; zasady udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku.

Umiejętności (potrafi): postępować z materiałami niebezpiecznymi i szkodliwymi dla zdrowia; posługiwać się środkami ochrony indywidualnej i środkami ratunkowymi; udzielać pierwszej pomocy; posługiwać się różnymi gaśnicami; zapobiegać zaczadzeniu.

Kompetencje społeczne (jest gotów do): zachowania ostrożności w postępowaniu z materiałami niebezpiecznymi i szkodliwymi dla zdrowia; dbania o przestrzeganie zasad BHP; ponoszenia odpowiedzialności za bezpieczeństwo i higienę pracy w swoim otoczeniu; podejmowania czynności ratunkowych.

Forma prowadzenia zajęć: kurs z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.

2. Etykieta

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

Treści merytoryczne: zagadnienia dotyczące zasad savoir-vivre`u i ceremoniału dyplomatycznego; zasady precedencji; różnice kulturowe w protokole dyplomatycznym i etykiecie; precedencja w biznesie; zasady związane z tytułowaniem, witaniem i przedstawianiem; dress-code w biznesie.

Efekty uczenia się:

Wiedza (zna i rozumie): zagadnienia z zakresu zasad etykiety biznesowej, protokołu dyplomatycznego i etykiety międzynarodowej.

Umiejętności (potrafi): stosować zasady savoir-vivre`u i precedencji podczas spotkań i uroczystości na różnych szczeblach.

Kompetencje społeczne (jest gotów do): wykazania istnienia różnic kulturowych w stosunkach międzynarodowych.

Forma prowadzenia zajęć: kurs z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.

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.

Efekty uczenia się:

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

Umiejętności (potrafi): identyfikować oraz implementować dozwolone pola eksploatacji utworów w toku analizy krytycznej oraz działalności naukowej w środowisku akademickim.

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

Forma prowadzenia zajęć: kurs z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.

4. Ergonomia

Cel kształcenia: przybliżenie 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 – 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): pojęcia związane z ergonomią, ze szczególnym uwzględnieniem ergonomii stanowiska pracy; problemy i zagrożenia wynikające z niewłaściwych rozwiązań ergonomicznych.
Umiejętności (potrafi): dokonać oceny warunków w pracy zawodowej ze względu na problemy ergonomiczne oraz reagować na nie; dostrzegać nieprawidłowości ergonomiczne podczas aktywności pozazawodowej; wskazywać cechy ergonomiczne w obiektach technicznych i uwzględnić je w wyborach konsumenckich.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): przyjęcia antropocentrycznej postawy w stosunku do warunków pracy i życia codziennego; reagowania na zagrożenia wynikające z wadliwych rozwiązań i nieprawidłowości w zakresie jakości ergonomicznej; reagowania na potrzeby osób z niepełnosprawnościami (w kontekście ergonomicznym).
Forma prowadzenia zajęć: kurs z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.

5. Informacja patentowa

Cel kształcenia: zapoznanie z prawnymi, normatywnymi i praktycznymi aspektami patentowania i ochrony różnych rodzajów utworów (wynalazek, patent, wzór przemysłowy i użytkowy, know-how); przedstawienie podstaw, zasad, celów i najważniejszych regulacji w zakresie polskiego i europejskiego prawa autorskiego.
Treści merytoryczne: pojęcia: własność przemysłowa, patenty, wynalazki, ochrona patentowa, wzory przemysłowe i użytkowe, znaki towarowe, oznaczenia geograficzne, topografia układów scalonych, prawa ochronne, prawa z rejestracji; prawo autorskie i zakres ochrony; prawa pokrewne; własność przemysłowa w oparciu o ustawę Prawo Własności Przemysłowej; system ochrony własności przemysłowej; patenty i wynalazki jako przedmioty patentu; historia patentu i podstawy polityki patentowej; cel ochrony patentowej; treść i zakres patentu; procedura uzyskiwania patentu; informacja patentowa w aspekcie międzynarodowym; prawo autorskie w Unii Europejskiej; prawo autorskie w Internecie; umowy o przeniesienie praw; wzory użytkowe i przemysłowe, a system ich ochrony.
Efekty uczenia się:
Wiedza (zna i rozumie): zagadnienia na temat polityki patentowej oraz procedury uzyskiwania patentu w kraju i na świecie.
Umiejętności (potrafi): odróżnić wszystkie dobra z kategorii własności przemysłowej, sposoby ich ochrony i czas trwania ochrony.
Kompetencje społeczne (jest gotów do): oceny ważności ochrony własności intelektualnej; dostrzegania zagrożeń i kar wynikających z przywłaszczenia własności intelektualnej przez osoby inne niż twórca bądź autor.
Forma prowadzenia zajęć: kurs z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odleg