

*Gwiazdką zaznaczono przedmioty związane z prowadzoną działalnością naukową

Semestr 1

Nazwa przedmiotu	Obszar	Wymiar godzin						ECTS
		Razem	WY	CA	LB	KW	SM	
Wstęp do biotechnologii*	1	15	15					1
Wprowadzenie do pracy w laboratorium*	1	30			30			2
Chemia ogólna i nieorganiczna	1	60	30		30			5
Chemia fizyczna	1	30	15		15			2
Matematyka dla biotechnologów	1	20				20		2
Fizyka i biofizyka*	1	60	20		30	10		6
Wprowadzenie do IT z elementami statystyki lub Wstęp do biostatystyki	1	30			30			2
Biologia komórki*	3	60	30		30			5
Grzyby w biotechnologii*	3	30	15		15			2
Ochrona własności intelektualnej (NHS)	5	15	15					1
WF		30						
Język angielski		30				30		2
Szkolenia: BHP		2						
Etyka i odpowiedzialność dyscyplinarna studentów		2						
Szkolenie biblioteczne		2						

Opisy przedmiotów

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Wstęp do biotechnologii*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Introduction to biotechnology

Katedra: *Katedra Biochemii i Biotechnologii, Katedry prowadzące badania w zakresie biotechnologii*

Koordynator: prof. dr hab. Anna Jarosz-Wilkolażka

Forma zajęć: wykład (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Wprowadzenie do biotechnologii, podstawowe terminy, pojęcia, rys historyczny przedmiotu, różne obszary badań biotechnologicznych, wskazanie na połączenie zagadnień biologii z metodami bioprosesowania, przykłady badań biotechnologicznych, które były kamieniem milowym w rozwoju ludzkości; przykłady organizmów modelowych, kluczowych dla rozwoju biotechnologii, perspektywy rozwoju biotechnologii – dane statystyczne związane z biotechnologią, biotechnologia XXI wieku, społeczne i prawne aspekty rozwoju biotechnologii. Badania prowadzone w zakresie biotechnologii na Wydziale Biologii i Biotechnologii UMCS, przykłady konkretnych badań prowadzonych w ramach różnych działów (kolorów) biotechnologii, innowacji i uzyskanych patentów.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Wprowadzenie do pracy w laboratorium*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Introduction to laboratory equipment and techniques

Katedra/Katedry: *Katedra Biochemii i Biotechnologii, Katedra Biologii Molekularnej*

Koordinator: dr hab. Grzegorz Janusz, prof. UMCS

Forma zajęć: laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium: *Katedra Biologii Molekularnej* - Wprowadzenie do pracy w laboratorium wraz z nadzorem jakości badań - dobra praktyka laboratoryjna - DPL (ang. Good Laboratory Practice - GLP). Podstawowe obliczenia biochemiczne i przygotowanie roztworów buforowych. Ocena podstawowych parametrów białka – stabilność, denaturacja, pI (wyznaczanie punktu izoelektrycznego kazeiny). Przygotowanie podłoży i hodowla drożdży *S. cerevisiae* – koniugacja drożdży. Charakterystyka kwasów nukleinowych.

Katedra Biochemii i Biotechnologii - Izolacja polisacharydów z hodowli grzybowej -gotowanie, wirowanie, strącanie, charakterystyka preparatu. Odsalanie preparatu lakazy z hodowli grzybowej (chromatografia SEC) – oznaczanie aktywności enzymu z użyciem spektrofotometru. Ekstrakcja barwników roślinnych przy użyciu aparatu Soxhleta, chromatografia TLC otrzymanego preparatu.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Chemia ogólna i nieorganiczna

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: General and inorganic chemistry

Katedra: *Katedra Chemii Nieorganicznej, Katedra Chemii Ogólnej, Koordynacyjnej i Krystalografii*

Koordinator: dr hab. Agnieszka Gładysz-Płaska

Forma zajęć: wykład (30 godz.), laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Współczesna teoria budowy atomu, reguła nieoznaczoności Heisenberga, radioaktywność, wiązania chemiczne, związki kompleksowe, układ okresowy, blok s i p pierwiastków, sposoby wyrażania stężeń roztworów, reakcje kwas-zasada i jonowe w roztworach wodnych, reakcje dysocjacji, odwracalność reakcji, pH roztworu, hydroliza, stała i stopień hydrolizy, roztwory buforowe, iloczyn rozpuszczalności a rozpuszczalność, reakcje redox, reakcje metali z kwasami, równowaga chemiczna: prawo działania mas, reguła przekory, czynniki wpływające na kierunek reakcji chemicznych, podstawy kinetyki chemicznej, ciśnienie osmotyczne.

Laboratorium: przeliczanie stężeń, rozcieńczanie, zateżnianie i mieszanie roztworów; iloczyn jonowy wody, słabe i mocne elektrolity, stała i stopień dysocjacji, prawo rozcieńczeń Ostwalda, obliczanie pH roztworów mocnych i słabych kwasów i zasad, hydroliza soli i określanie odczynu wodnych roztworów soli; podstawy analizy jakościowej.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Chemia fizyczna

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Physical chemistry

Katedra: *Katedra Chemii Fizycznej*

Koordinator: prof. dr hab. Anna Deryło-Marczewska

Forma zajęć: wykład (15 godz.), laboratorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Termodynamika: I zasada, prawa Hessa i Kirchhoffa, II zasada. Potencjały termodynamiczne, równowaga chemiczna, samorzutność procesów. Potencjał chemiczny. Zastosowanie termodynamiki do analizy układów biologicznych. Przemiany fazowe: układy jedno- i dwuskładnikowe, diagramy fazowe, prawo podziału, techniki rozdzielania mieszanin. Termodynamika roztworów: roztwory idealne i rzeczywiste, aktywność, właściwości koligatywne, ciśnienie osmotyczne. Kinetyka i kataliza: kinetyka reakcji elementarnych i złożonych, kataliza kwasowo-zasadowa i enzymatyczna. Elektrochemia: przewodność roztworów elektrolitów. ogniwa chemiczne, potencjał membranowy i dyfuzyjny. Układy koloidalne: struktura układu koloidalnego, właściwości kinetyczne i optyczne, zjawiska elektrokinetyczne. Napięcie powierzchniowe, adsorpcja, adsorbenty. Fotochemia i podstawy spektroskopii optycznej.

Laboratorium: Wykonanie 4 ćwiczeń z różnych działów: termodynamika, elektrochemia, równowagi fazowe, zjawiska powierzchniowe

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Matematyka dla biotechnologów

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Mathematics for biotechnologists

Katedra: *Katedra Nauczania Matematyki i Informatyki IM UMCS*

Koordinator: dr Aleksander Kowalski

Forma zajęć: konwersatorium (20 godz.)

Treści przedmiotu:

Konwersatorium: Infrastruktura i narzędzia nauki hybrydowej. Elementy logiki matematycznej i teorii mnogości: rachunek zdań i operacja na zbiorach. Elementy analizy matematycznej: ciągi, funkcje, pochodne i całka. Elementy teorii przestrzeni liniowych: wektory, macierze i działania na nich. Elementy rachunku prawdopodobieństwa: zmienne losowe, ich rozkłady i charakterystyki. Elementy modelowania matematycznego w biotechnologii.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Fizyka i biofizyka*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Physics and biophysics

Katedra/Katedry: *Katedra Fizjologii Roślin i Biofizyki*

Koordinator: prof. dr hab. Kazimierz Trębacz

Forma zajęć: wykład (20 godz.), laboratorium (30 godz.), konwersatorium (10 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Błony biologiczne – fizyczne i molekularne podstawy transportu przez błony biologiczne; rola błon w kodowaniu i przekazywaniu informacji; metody modyfikacji i badania błon biologicznych. Promieniowanie elektromagnetyczne – podstawowe prawa fizyki dotyczące fal elektromagnetycznych; udział światła w bioenergetyce, fizyczne i molekularne podstawy procesu widzenia, metody fotometryczne i spektrofotometryczne, mikroskopia, lasery – zastosowanie w biologii i biotechnologii; promienie X, metody rentgenograficzne. Akustyka – podstawy fizyczne; mechanizmu słuchu i fonacji; metody ultrasonograficzne. Promieniotwórczość – izotopy promieniotwórcze; detekcja, dozymetria, zastosowanie w medycynie, biologii i biotechnologii.

Laboratorium: Samodzielnie wykonywane eksperymenty ilustrujące zagadnienia związane z transportem przez błony, optyką, foto- i spektrofotometrią.

Konwersatorium: Praktyczne wykorzystywanie praw fizyki do rozwiązywania zadań i opracowywania wyników pomiarów.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Wprowadzenie do IT z elementami statystyki

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Introduction to IT with elements of statistics

Katedra: *Katedra Wirusologii i Immunologii; Katedra Botaniki, Mykologii i Ekologii*

Koordinator: dr Małgorzata Pac-Sosińska

Forma zajęć: laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium: Wprowadzenie do narzędzi informatycznych przydatnych w pracy biotechnologa: Narzędzia pracy zdalnej (Office 365/Teams/Onedrive/Google Drive). Elementy „netykiety”. Narzędzia użytkowe i pakiet Office (LATEX, MS Excel – zaawansowane funkcje arkusza kalkulacyjnego). Wizualizacja danych – wykorzystanie grafiki komputerowej w pracy biotechnologa. Podstawy algorytmiki programowania (np. pojęcie algorytmu, pętle, środowisko). Relacyjne bazy danych (wprowadzenie do relacyjnych baz danych, wykorzystywanie arkusza kalkulacyjnego i danych pochodzących z kwerend, podstawy języka SQL, Access). Podstawy statystyki z wykorzystaniem MS Excel: średnia arytmetyczna i mediana, miary zmienności i ich interpretacja: odchylenie standardowe i współczynnik zmienności; przedziały ufności, błąd standardowy, podstawowe testy statystyczne (test t-Studenta i ANOVA): formułowanie hipotez, założenia i interpretacja wyników. Wizualizacja danych: przygotowanie tabel zbiorczych i wykresów prezentujących wyniki.

lub

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Wstęp do biostatystyki

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Introduction to biostatistics

Katedra: *Katedra Botaniki, Mykologii i Ekologii; Katedra Wirusologii i Immunologii*

Koordinator: dr hab. Joanna Czarnecka, prof. UMCS

Forma zajęć: laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium: Wprowadzenie do narzędzi informatycznych i statystycznych wykorzystywanych w praktyce biotechnologicznej; narzędzia do zespołowej komunikacji zdalnej (Microsoft Office 365/Teams); narzędzia do wymiany plików w sieci i współpracy nad ich treścią (Microsoft Onedrive/Office 365, Google Drive/Docs); podstawy statystyki z wykorzystaniem MS Excel i programu Statistica: średnia arytmetyczna i mediana, miary zmienności i ich interpretacja: odchylenie standardowe i współczynnik zmienności; przedziały ufności, błąd standardowy, testy statystyczne: formułowanie hipotez, założenia i interpretacja wyników; najważniejsze testy parametryczne i nieparametryczne; regresja liniowa i prognozowanie. Przygotowanie tabel zbiorczych i wykresów prezentujących wyniki analiz.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Biologia komórki*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Cell Biology

Katedra/Katedry: *Katedra Biologii Komórki*

Koordinator: dr Joanna Strubińska

Forma zajęć: wykład (30 godz.), laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Techniki, narzędzia i modele badawcze w cytologii. Rola wiązań w organizacji struktury i realizacji funkcji komórek. Błony komórkowe z uwzględnieniem transportu i sygnalizacji międzykomórkowej. Wewnętrzna organizacja komórek eukariotycznych – cytoszkielet; organelle; połączenia międzykomórkowe. Procesy komórkowe ze szczególnym uwzględnieniem egzocytozy i adresowania białek. Struktury i procesy o szczególnej roli jako cele terapeutyczne – chaperony, proteasomy, łańcuch oddechowy. Organizacja i rozdział materiału genetycznego. Przebieg, regulacja i zaburzenia cyklu komórkowego i śmierci komórek w kontekście genezy chorób nowotworowych.

Laboratorium: Zastosowanie mikroskopii świetlnej, elektronowej i spektroskopii w obserwacji struktur i procesów komórkowych ze szczególnym uwzględnieniem: mikroskopowania (jasne pole) i zasad doboru i stosowania innych mikroskopów świetlnych (mikroskop odwrócony, kontrast-faza, ciemne pole, fluorescencja). Samodzielnego wykonywania preparatów przyżyciowych i utrwalonych; oraz barwień różnicujących. Szacowanie i pomiar wielkości komórek – kolejne etapy analizy eksperymentu. Analiza żywotności komórek, mitozy, mejozy.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Grzyby w biotechnologii*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Fungi in biotechnology

Katedra/Katedry: *Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej, Katedra Botaniki, Mykologii i Ekologii*

Koordinator: dr hab. Mariusz Trytek, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (15 godz.), laboratorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Grzyby w środowisku i gospodarce człowieka – od starożytności do współczesności (korzyści i zagrożenia). Podstawowe elementy budowy grzybów (morfologia, anatomia). Podział taksonomiczny i miejsce grzybów w systemie naturalnym. Relacje między grzybami i innymi organizmami. Gatunki grzybów jako organizmów „workhorse” w biotechnologii. Metody hodowli grzybów. Zastosowania drożdży i grzybów nitkowatych w biotechnologii (fermentacje, produkcja enzymów, białek rekombinowanych, antybiotyków, zastosowanie w produkcji żywności). Uprawa grzybów wielkoowocnikowych i ich wykorzystanie jako źródła substancji biologicznie czynnych. Grzyby kwarantannowe i chorobotwórcze.

Laboratorium: Praktyczne rozpoznawanie przedstawicieli wybranych grup (grzyby jednokomórkowe i nitkowate). Przygotowanie mikrohodowli grzybów o znaczeniu przemysłowym i analiza ich cech morfologicznych. Rozpoznawanie zakażeń i chorób wywołanych przez grzyby. Hodowle grzybów jadalnych. Wytwarzanie bioetanolu. Biosynteza wybranych enzymów i kwasów organicznych.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Ochrona własności intelektualnej (NHS)

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Protection of intellectual property

Katedra: *Katedra Immunobiologii*

Koordinator: dr hab. Marta Fiołka, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (15 godz.)**Treści przedmiotu:**

Wykład: Utwór jako przedmiot prawa autorskiego. Twórca utworu i jego prawa autorskie. Utwory pracownicze, utwory naukowe. Ochrona prawno-autorska prac studentów i doktorantów. Prawa pokrewne oraz ochrona wizerunku. Pojęcie wynalazku i patentu. Procedura rozpatrywania zgłoszenia. Podmiot praw z patentu i okres ochrony. Rzecznik patentowy – pełnomocnik przed Urzędem Patentowym. Opłaty związane z procedurą patentową. Opatentowanie wynalazku za granicą. Procedury ochrony patentowej za granicą. Komerccjalizacja wynalazków. Pojęcie wzoru użytkowego i uzyskanie prawa ochronnego na wzór użytkowy. Pojęcie wzoru przemysłowego i procedura uzyskania prawa z rejestracji. Pojęcie znaku towarowego i warunki uzyskania prawa ochronnego na znak towarowy. Pojęcie oznaczenia geograficznego. Rodzaje oznaczeń geograficznych.

Semestr 2

Nazwa przedmiotu	Obszar	Wymiar godzin						ECTS
		Razem	WY	CA	LB	KW	SM	
Chemia organiczna	1	60	20		40			6
Mikrobiologia ogólna*	3	60	30		30			5
Biotechnologia mikroorganizmów środowisk ekstremalnych lub Praktikum z mikrobiologii*	3	20				20		1
Fizjologia roślin*	3	45	20		25			3
Fizjologia zwierząt*	3	45	15		30			3
Fizjologia roślin w badaniach naukowych LB* lub Fizjologia człowieka LB*	3	15			15			1
Biotechnologiczne aspekty ochrony przyrody*	3	15				15		1
Bioróżnorodność organizmów* lub Organizmy żywe w monitoringu środowiska*	3	30	20		10			2
Podstawy toksykologii	3	15	15					1
Histologia i anatomia funkcjonalna człowieka* lub Modele zwierzęce w biotechnologii*	3	30			20	10		2
Przedmioty społeczne/ humanistyczne (NHS) do wyboru z listy przedstawionej przez Kolegium Dziekańskie WBiB		30						2
Wykład ogólnouniwersytecki		15	15					1
WF		30						
Język angielski		30				30		2

Opisy przedmiotów

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Chemia organiczna

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Organic chemistry

Katedra: *Katedra Chemii Polimerów*

Koordynator: dr hab. Beata Podkościelna, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (20 godz.), laboratorium (40 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Stereochemia zw. organicznych, zależność własności fizycznych zw. organicznych od ich budowy, reguły nazewnictwa (nazwy zwyczajowe i systematyczne). Otrzymywanie, budowa, reakcje charakterystyczne i zastosowanie głównych grup związków organicznych wraz z wybranymi mechanizmami reakcji (alkany, cykloalkany, alkeny, alkiny, zw. aromatyczne, alkohole, etery, epoksydy, aldehydy, ketony, kwasy karboksylowe i ich pochodne: estry, amidy, chlorki kwasowe, bezwodniki; związki azotowe – aminy, zw. azowe, nitrowe; organiczne związki siarki, zw. heterocykliczne, związki wielkocząsteczkowe – polimery). Nazewnictwo, reakcje charakterystyczne i zastosowanie aminokwasów, peptydów i białek, węglowodanów i lipidów. Metody spektroskopowe do identyfikacji związków organicznych.

Laboratorium: Samodzielnie wykonywane eksperymenty polegające na poznaniu podstawowych technik laboratoryjnych (rozdzielanie, oczyszczanie i identyfikacja) oraz metod syntezy związków organicznych (m.in. kwas benzoesowy, benzoesan metylu, aspiryna, oranż β -naftyłu).

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Mikrobiologia ogólna*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: General microbiology

Katedra/Katedry: *Katedra Genetyki i Mikrobiologii*

Koordynator: dr hab. Iwona Komaniecka, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (30 godz.), laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Historia mikrobiologii. Klasyfikacja istot żywych. Taksonomia mikroorganizmów. Struktura i funkcje komórki prokariotycznej. Formy przetrwalne mikroorganizmów. Ruch u bakterii. Polimery zewnątrzkomórkowe mikroorganizmów. Wzrost i rozwój mikroorganizmów. Wpływ czynników fizycznych i chemicznych na mikroorganizmy. Antybiotyki. Odżywianie mikroorganizmów. Metabolizm drobnoustrojów. Oddziaływania między organizmami. Wirusy i bakteriofagi. Grzyby. Protisty.

Laboratorium: Budowa i obsługa mikroskopu świetlnego, technika przygotowywania preparatów. Morfologia mikroorganizmów: barwienie metodą Grama, identyfikacja prątków kwasoopornych, morfologia bakterii przetrwalnikujących i otoczkowych. Techniki pracy mikrobiologicznej: izolacja czystych kultur, miano bakterii. Sterylizacja i dezynfekcja. Podłoża do hodowli drobnoustrojów. Metabolizm: typy metaboliczne; fermentacja, oddychanie tlenowe i beztlenowe. Oddziaływanie czynników zewnętrznych na bakterie. Drożdże i grzyby chorobotwórcze.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Biotechnologia mikroorganizmów środowisk ekstremalnych

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Biotechnology of microorganisms from extreme environments

Katedra/Katedry: *Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej, Katedra Genetyki i Mikrobiologii*

Koordinator: dr hab. Jolanta Jaroszuk-Ścisła, prof. UMCS

Forma zajęć: konwersatorium (20 godz.)

Treści przedmiotu:

Konwersatorium: Definicja środowiska ekstremalnego i zróżnicowanie środowisk ekstremalnych. Możliwości i aspekty prawne pozyskiwania prób ze środowisk ekstremalnych do izolacji mikroorganizmów o unikatowych właściwościach (metody skriningu izolatów, przechowywania, hodowli, otrzymywania metabolitów). Odbieranie bodźców a adaptacja mikroorganizmów do środowiska. Charakterystyka mikroorganizmów zaadaptowanych do środowisk ekstremalnych. Wpływ czynników ekstremalnych na wzrost mikroorganizmów. Unikatowe metabolity oraz cechy morfologiczne i fizjologiczne ekstremofili. Uniwersalne i specyficzne przystosowania mikroorganizmów do życia w warunkach ekstremalnych. Korzyści wynikające z izolowania mikroorganizmów występujących w środowiskach ekstremalnych. Techniki stosowane w pozyskiwaniu metabolitów i enzymów produkowanych przez ekstremofile. Zastosowanie związków i enzymów produkowanych przez mikroorganizmy środowisk ekstremalnych w różnych dziedzinach gospodarki i gałęziach przemysłu.

lub

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Praktikum z mikrobiologii*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Practicum in microbiology

Katedra/Katedry: *Katedra Genetyki i Mikrobiologii*

Koordinator: dr hab. Iwona Komaniecka, prof. UMCS

Forma zajęć: laboratorium (20 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium:

Symbioza bakterii z roślinami I: przygotowanie nasion do kiełkowania, przygotowanie podłoża do hodowli roślin, przeniesienie kiełków do probówek i zaszczepienie bakteriami symbiotycznymi. Hodowla drobnoustrojów: przygotowanie podłoży, sterylizacja, wylanie płytek, suszenie, wysiew bakterii; praca w warunkach jałowych – komora laminarna. Antybiotyki i antybiotykooporność bakterii: wykonanie antybiogramów metodą krążkową i paskową (E-testy) dla szeregu antybiotyków, określanie MIC i MBC metodą dwukrotnych rozcieńczeń z użyciem amoksycyliny oraz amoksycyliny z kwasem klawulanowym. Bakteriofagi: izolacja bakteriofagów z próbki gleby lub wody ściekowej metodą płytek dwuwarstwowych, określanie miana bakteriofagów (pfu), fagotypowanie. Symbioza bakterii z roślinami II: izolacja rizobiów z brodawek korzeniowych – jałowienie korzeni, uwolnienie bakteroidów z brodawek, wykonanie posiewu, wykonanie preparatu barwionego z rozartych brodawek, obserwacja bakteroidów w mikroskopie świetlnym.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Fizjologia roślin*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Plant physiology

Katedra: *Katedra Fizjologii Roślin i Biofizyki*

Koordinator: dr hab. Małgorzata Wójcik, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (20 godz.), laboratorium (25 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Interdyscyplinarność fizjologii roślin i jej powiązania z biotechnologią. Organizmy modelowe w badaniu procesów fizjologicznych w roślinach. Podstawowe procesy fizjologiczne w roślinach: pobieranie i przewodzenie wody i substancji mineralnych, fotosynteza, oddychanie, wzrost i rozwój roślin, rola fitohormonów. Podstawy fizjologicznych mechanizmów adaptacji do niekorzystnych warunków środowiska – wprowadzenie do konwencjonalnych i biotechnologicznych metod modyfikacji procesów fizjologicznych w celu umożliwienia bądź zwiększenia efektywności uprawy roślin na terenach suchych, zasolonych, zanieczyszczonych. Przykłady modyfikacji zawartości pierwiastków i metabolitów roślinnych na potrzeby biofortyfikacji, fitoremediacji, produkcji biokatalizatorów, nowych odmian roślin ozdobnych i energetycznych.

Laboratorium: Samodzielnie wykonywane eksperymenty ilustrujące zagadnienia związane z gospodarką wodną, mineralną, fotosyntezą, oddychaniem oraz wzrostem i rozwojem roślin.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Fizjologia zwierząt*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Animal physiology

Katedra/Katedry: *Katedra Fizjologii Zwierząt i Farmakologii*

Koordinator: dr hab. Dorota Nieoczym

Forma zajęć: wykład (15 godz.), laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Pobudliwość komórek (potencjał spoczynkowy komórki, potencjał czynnościowy, zmiany pobudliwości komórek). Komórki nerwowe, komórki glejowe, synapsy, neuroprzełączniki, receptory dla neuroprzełączników. Fizjologia centralnego układu nerwowego – rdzeń przedłużony, śródmózgowie, oś podwzgórze-przysadka, kora mózgu. Fizjologia układu wydalniczego. Fizjologia układu pokarmowego.

Laboratorium: Właściwości fizykochemiczne krwi. Eryocyty – budowa i funkcje. Leukocyty – budowa i funkcje. Trombocyty – budowa i funkcje. Fizjologia mięśni szkieletowych. Fizjologia mięśni gładkich. Autonomiczny układ nerwowy. Czynności odruchowe organizmu – łuk odruchowy, rodzaje odruchów, przykłady odruchów. 7. Fizjologia oka. Fizjologia układu krwionośnego i serca. Fizjologia układu oddechowego.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Fizjologia roślin w badaniach naukowych LB*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Plant physiology in scientific research

Katedra/Katedry: *Katedra Fizjologii Roślin i Biofizyki*

Koordinator: dr hab. Małgorzata Wójcik, prof. UMCS

Forma zajęć: laboratorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium: Zagadnienia badawcze realizowane w Katedrze Fizjologii Roślin i Biofizyki, a także z metodami i technikami badawczymi stosowanymi w badaniach naukowych dotyczących parametrów fizjologiczno-biochemicznych w roślinach. Metody upraw roślin w warunkach kontrolowanych,

pomieszczenia do upraw roślin w warunkach kontrolowanych, założenie uprawy hydroponicznej i na pożywcze zestalanej agarom (próba kontrolna i próba badana). Określenie parametrów wzrostu, żywotności komórek, zawartości wybranych metabolitów pierwotnych i wtórnych w uprawianych roślinach. Metoda fotografii poklatkowej (time lapse video) w analizie ruchów roślin – filmowanie poklatkowe roślin, opracowanie uzyskanych wyników z zastosowaniem specjalistycznego oprogramowania (Video Velocity, Circumnutation Tracker, Video to Video, DaVinci, Afinity).

lub

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Fizjologia człowieka LB*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Human physiology

Katedra/Katedry: *Katedra Fizjologii Zwierząt i Farmakologii*

Koordinator: dr hab. Dorota Nieoczym

Forma zajęć: laboratorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium: Wybrane zagadnienia z fizjologii krwi – hemoliza erytrocytów, oporność osmotyczna erytrocytów, OB, grupy krwi. Zmysły – smak, węch, czucie skórne. Fizjologia ucha. Układ hormonalny.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Biotechnologiczne aspekty ochrony przyrody

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Biotechnological aspects of nature conservation

Katedra: Katedra Zoologii i Ochrony Przyrody

Koordinator: dr hab. Jarosław Wiącek, prof. UMCS

Forma zajęć: konwersatorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Konwersatorium: Gatunki hybrydowe naturalnie występującymi w przyrodzie. Występowanie gatunków hybrydowych wśród bezkręgowców, ryb, płazów, gadów, ptaków i ssaków. Problemy ochrony hybryd wśród gatunków silnie zagrożonych na wybranych przykładach. Zagadnienia etyczne związane z hybrydyzacją gatunków. Organizmy genetycznie modyfikowane (GMO) w świetle prawodawstwa krajowego i unijnego. Modyfikacje puli genowej organizmów, korzyści i problemy dla zdrowia człowieka. Skutki uwalniania do środowiska naturalnego organizmów GMO, jako zagrożenia dla dziko żyjących gatunków. Międzynarodowe porozumienia dotyczące ochrony bioróżnorodności biologicznej (konwencje). Protokół Kartageński o bezpieczeństwie biologicznym, teoria i praktyka działania. Inżynieria genetyczna w kontekście korzyści dla człowieka. Dobór naturalny i sztuczny. Etyka w biologii, czy wszystko jest dozwolone?

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Bioróżnorodność organizmów*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Biodiversity of organisms

Katedra/Katedry: *Katedra Botaniki, Mykologii i Ekologii, Katedra Zoologii i Ochrony Przyrody*

Koordinator: dr hab. Małgorzata Wrzesień

Forma zajęć: wykład (20 godz.), laboratorium (10 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Wprowadzenie do bioróżnorodności – istota, znaczenie, podstawowe pojęcia. Kategorie bioróżnorodności, metody jej oceny. Zróżnicowanie form życiowych. Geograficzne wzorce różnorodności gatunkowej w świecie roślin, grzybów i zwierząt. Bioróżnorodność gatunkowa biocenoz. Różnorodność w skali lokalnej i regionalnej. Ośrodki bioróżnorodności – "hot spots". Równowaga ekologiczna – zależności między roślinami, grzybami i zwierzętami. Zagrożenia antropogeniczne, migracje i inwazje gatunków obcych. Wpływ wykorzystania organizmów żywych w przemyśle na bioróżnorodność. Wymiarowanie organizmów w przeszłości i obecnie, przyczyny i skutki. Ochrona bioróżnorodności flory, fauny i fungi Polski – metody, skuteczność i regulacje prawne.

Laboratorium: Metody badania, oceny, wskaźniki i miary różnorodności roślin, grzybów i zwierząt. Bioróżnorodność roślin, grzybów i zwierząt na wybranych przykładach – taksony bardzo zróżnicowane i niezagrożone, taksony o małym zróżnicowaniu i zagrożone, taksony o małym zróżnicowaniu i małym zasięgu.

lub

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Organizmy żywe w monitoringu środowiska*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Living organisms in environmental monitoring

Katedra: *Katedra Botaniki, Mykologii i Ekologii; Katedra Fizjologii Roślin i Biofizyki; Katedra Zoologii i Ochrony Przyrody*

Koordinator: dr hab. Paweł Buczyński, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (15 godz.), laboratorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Grzyby i rośliny jako indykatory geobotaniczne (jakościowe) i biogeochemiczne (ilościowe) stanu środowiska. Konwencjonalne i biologiczne techniki remediacji środowiska, dobór metody w zależności od rodzaju zanieczyszczeń i zamierzonego celu (fitostabilizacja, fitoekstrakcja, fito/biodegradacja, fitoewaporacja, fylloremediacja, rizofiltracja). Rola grzybów i mikroorganizmów w fitoremediacji (pojęcie metaorganizmu, holobiontu). Aspekty środowiskowe, prawne i społeczne stosowania fitoremediacji, w tym organizmów modyfikowanych genetycznie. Rola zwierząt w samooczyszczaniu się środowiska oraz wykorzystanie tej wiedzy w remediacji siedlisk lądowych i oczyszczaniu ścieków. Podstawy teoretyczne monitoringu faunistycznego środowiska. Zwierzęta wykorzystywane w monitoringu.

Laboratorium: Biotesty i fitotesty. Podstawowe gatunki grzybów, roślin (w tym porostów) i zwierząt wykorzystywane w monitoringu środowiska. Metody monitoringu środowiska oparte na zwierzętach.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Podstawy toksykologii

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Basics of toxicology

Katedra/Katedry: *Katedra Immunobiologii*

Koordinator: dr hab. Mariola Andrejko, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Fizykochemiczna i biologiczna charakterystyka trucizn: definicja trucizn, rodzaje i przyczyny zatruc. Mechanizmy działania toksycznego trucizn, m.in. mutagenność, kancerogenność. Reakcja organizmu na działanie substancji toksycznych. Metabolizm trucizn w organizmie (drogi wchłaniania,

reakcje I i II fazy biotransformacji, kumulacja, wydalanie). Mikrosomalny układ enzymów metabolizujących ksenobiotyki. Toksykometria: ilościowa ocena toksyczności ksenobiotyków, wyznaczanie średnich dawek efektywnych ED50 trucizn (LD50, LC50, LT50), toksyczność ostra i przewlekła. Toksyczność wybranych związków chemicznych (m.in. metale ciężkie, pestycydy, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, dioksyny, nitrozoaminy). Naturalne związki toksyczne (bakteryjne, mykotoksyny, toksyny roślinne, jady i toksyny zwierzęce). Praktyczne wykorzystanie toksykologii w różnych obszarach biotechnologii, np. w medycynie/farmacji, ochronie środowiska, rolnictwie, przemyśle.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Histologia i anatomia funkcjonalna człowieka*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Histology and functional human anatomy

Katedra/Katedry: *Katedra Anatomii Funkcjonalnej i Cytobiologii*

Koordynator: dr Mariusz Niedźwiedź

Forma zajęć: konwersatorium (10 godz.), laboratorium (20 godz.)

Treści przedmiotu:

Konwersatorium: Tkanki budujące organizm człowieka: pochodzenie, zróżnicowanie budowy i funkcje tkanki nabłonkowej, łącznej, mięśniowej i nerwowej. Budowa histologiczna i anatomiczna narządów układu kostnego, mięśniowego, pokarmowego, oddechowego, krążeniowego, moczowo-płciowego, nerwowego, dokrewnego i powłokowego.

Laboratorium: Identyfikacja tkanek na podstawie obrazów mikroskopowych. Identyfikacja narządów układu kostnego, mięśniowego, pokarmowego, oddechowego, krążeniowego, moczowo-płciowego, nerwowego, dokrewnego i powłokowego na podstawie obrazów mikroskopowych.

lub

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Modele zwierzęce w biotechnologii*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Animal models in biotechnology

Katedra/Katedry: *Katedra Anatomii Funkcjonalnej i Cytobiologii*

Koordynator: dr hab. Monika Hułas-Stasiak

Forma zajęć: konwersatorium (10 godz.), laboratorium (20 godz.)

Treści przedmiotu:

Konwersatorium: Zwierzęta doświadczalne w badaniach laboratoryjnych i klinicznych. Organizmy modelowe w badaniach biomedycznych. Filogeneza molekularna w aspekcie podobieństw międzygatunkowych zwierząt i człowieka. Homologia międzygatunkowa. Podstawy ksenotransplantacji. Bioreaktory zwierzęce. Podstawy transgenezy zwierząt. Inżynieria tkankowa – substytuty ludzkich narządów. Perspektywy wykorzystania modeli zwierzęcych w biotechnologii.

Laboratorium: Wymazy pochwowe – sporządzenie, barwienie, interpretacja. Identyfikacja wczesnych stadiów rozwojowych żaby (morula, gastrula, neurula). Hodowla zarodków kurzych, obserwacja, izolacja zarodków. Obserwacja danio pręgowanego – preparaty. Wyjście do Centralnej Zwierzętarni (Uniwersytet Medyczny), zwierzętarnia Wydziału BIB – typy zwierzętarni, wyposażenie, obsługa, normy i standardy utrzymywania zwierząt. Obowiązujące przepisy krajowe w zakresie ochrony zwierząt doświadczalnych: komisje etyczne do spraw doświadczeń na zwierzętach, zasady bezpieczeństwa i higieny pracy ze zwierzętami wykorzystywanymi w procedurach, hodowla zwierząt z uwzględnieniem biologii gatunku oraz genetyki. Ćwiczenia projektowe – Działanie Komisji Etycznej i przygotowywanie wniosku.

Przedmioty społeczne/ humanistyczne (NHS) do wyboru z listy przedstawionej przez Kolegium Dziekańskie WBiB

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Między biologią a etyką

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Between biology and ethics**

Katedra/Katedry: *Wydział Filozofii i Socjologii; Katedra Etyki*

Koordynator: **prof. dr hab. Lesław Hostyński**

Forma zajęć: **konwersatorium (15 godz.)**

Treści przedmiotu:

Konwersatorium: Biologia stwarza nowe możliwości zapewniające zachowanie gatunku ludzkiego i odpowiednie warunki życia człowieka w sposób znaczący wpływa na sposób życia, na nasze postawy m.in. ingerencji w funkcjonowanie organizmów, leczenia wielu chorób, uzyskiwania nowych źródeł zasobów żywnościowych, przeciwstawia się degradacji środowiska związanej z ekspansją techniki czy gospodarką rabunkową. Tym samym ma ona trudny do przecenienia wpływ na życie człowieka. Rozkwitowi nauk biologicznych towarzyszy powszechna aprobata, jednak jest on nie tylko dobrodziejstwem ludzkości, ale niesie za sobą cały szereg zagrożeń. Wraz z rozwojem biologii pojawia się pytanie o granice jej ekspansji. W wyznaczeniu owych granic szczególnie przydatna jest etyka. Ograniczenia moralne są zasadne dla całej nauki, a tym bardziej w odniesieniu do nauki o życiu, które jest nie tylko problemem przyrodniczym, ale także filozoficznym. Tematyką konwersatorium będzie więc refleksja nad owymi granicami ale także przestrzeń zawarta między biotechnologią a bioetyką. Ponieważ zasady nauk przyrodniczych nie są źródłem sądów moralnych, które to sądy uwzględniają wartości typowo ludzkie dlatego koniecznym jest przekazanie adeptom biotechnologii niezbędnego „instrumentarium” aksjologicznego umożliwiającego sprawne i krytyczne poruszanie się w świecie, w którym dominują wartości etyczne.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Filozofia przyrody*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Philosophy of Nature**

Katedra: *Katedra Ontologii i Epistemologii*

Koordynator: **dr hab. Andrzej Łukasik, prof. UMCS**

Forma zajęć: **wykład (15 godz.)**

Treści przedmiotu:

Wykład: Celem kursu jest omówienie podstawowych zagadnień współczesnej filozofii przyrody, rozumianej jako filozofia w kontekście nauki. Analizowane są następujące zagadnienia: filozofia czasu i przestrzeni (absolutyzm i relacjonizm, czas i przestrzeń w teorii względności, strzałka czasu); determinizm i indeterminizm (determinizm fizyki klasycznej, indeterminizm w mechanice kwantowej, teoria chaosu deterministycznego); pojęcie materii (mechanistyczny obraz świata i jego granice, pojęcie materii w mechanice kwantowej, cząstki elementarne i siły natury); powstanie i ewolucja Wszechświata (zagadnienie nieskończoności czasowej i przestrzennej Wszechświata, Standardowy Model Kosmologiczny).

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Kompetencje miękkie w pracy zawodowej

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Soft skills at work**

Katedra: *Pracownia Edukacji Biologicznej i Środowiskowej z Muzeum Zoologicznym*

Koordynator: dr Anna Maria Wójcik, prof. UMCS

Forma zajęć: konwersatorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Konwersatorium: Kompetencje twarde i miękkie w pracy zawodowej, oczekiwania pracodawców wobec absolwentów studiów wyższych, komunikacja interpersonalna w budowaniu prawidłowych relacji, sposoby wyznaczania i osiągania celów w życiu zawodowym, motywacja i automotywacja w realizacji założeń, organizacja i zarządzanie czasem w odnoszeniu sukcesów, praca pod presją czasu, umiejętności pracy w zespole, zarządzanie zespołami i umiejętności przywódcze, rozwiązywanie konfliktów, budowanie pewności siebie, zadowolenie życiowe a praca zawodowa.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Autoprezentacja i wystąpienia publiczne

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Self presentation and publik speaking

Katedra: *Pracownia Edukacji Biologicznej i Środowiskowej z Muzeum Zoologicznym*

Koordynator: dr Anna Maria Wójcik, prof. UMCS

Forma zajęć: konwersatorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Konwersatorium: sposoby autoprezentacji i dobrego wejścia w grupę, mowa ciała i komunikacja werbalna w odbiorze społecznym, złote zasady komunikacji, elementy emisji głosu jako podstawowego narzędzia skutecznej komunikacji, rodzaje wystąpień publicznych, zasady przygotowania różnych typów wystąpień publicznych, savoir vivre w wystąpieniach publicznych, jak pokonać stres podczas wystąpień publicznych i prezentacji, mindfulness, czyli trening uważności w redukcji stresu i zwiększaniu koncentracji, autodiagnoza i autorefleksja w pracy nad wystąpieniami publicznymi, czyli droga do mistrzostwa.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Jak zostać przedsiębiorcą?

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: How to become an Entrepreneur?

Katedra: *Katedra Zarządzania, Wydział Ekonomiczny UMCS*

Koordynator: dr Monika Jakubiak

Forma zajęć: wykład (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Wprowadzenie do przedsiębiorczości, istota przedsiębiorczości. Pracownik czy przedsiębiorca? Specyfika roli zawodowej. Własna firma – czy to dla mnie? Kompetencje przedsiębiorcze. Prowadzenie firmy w branży biotechnologicznej. Formy organizacyjno-prawne przedsiębiorstw. Źródła finansowania działalności gospodarczej. Rozpoczynanie, zawieszanie i likwidacja działalności gospodarczej. Koncepcja biznesu – biznesplan

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Przedsiębiorczość

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Entrepreneurship

Katedra: *Katedra Systemów Informacyjnych i Logistyki, Wydział Ekonomiczny UMCS*

Koordinator: mgr Magdalena Panasiuk-Kwiatek

Forma zajęć: laboratorium (15 godz.)

Aby móc uczęszczać na przedmiot, konieczne jest uprzednie zaliczenie, lub równoczesne zapisanie się na wykład „Jak zostać przedsiębiorcą”

Treści przedmiotu:

Laboratorium: Zajęcia będą odbywały się przy wykorzystaniu Branżowych Symulacji Biznesowych na przykładzie prowadzenia kliniki weterynaryjnej. Studenci wcielą się w rolę współwłaścicieli kliniki weterynaryjnej zajmującej się leczeniem zwierząt domowych. Uczestnicy rozgrywki podejmują szereg decyzji, z którymi każdy właściciel przedsiębiorstwa spotyka się na co dzień. Jest to gra edukacyjna dla uczelni i biznesu świetnie sprawdzająca się podczas zajęć z przedmiotu podstawy przedsiębiorczości. Pozwoli opanować umiejętności praktyczne w następujących obszarach: opracowanie analizy rynku, przygotowanie strategii rozwoju przedsiębiorstwa, opracowanie misji i wizji przedsiębiorstwa, planowanie popytu i podaży oferowanych usług, planowanie polityki kadrowej (m.in. zatrudnianie/zwalnianie pracowników, zakup sprzętu niezbędnego do świadczenia usług), planowanie polityki finansowej w każdej dziedzinie funkcjonowania przedsiębiorstwa (m.in. wynagrodzenia, koszty półproduktów, obsługi biura, podatki), planowanie oraz realizacja strategii marketingowej (tradycyjnej/internetowej).

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Socjologia zdrowia, choroby i medycyny

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Sociology of health, illness and medicine

Wymiar godzin/ liczba punktów ECTS: 30 godzin/ 2 ECTS

Katedra/Katedry (lub Wydział): *Katedra Społecznych Problemów Zdrowotności, Wydział Filozofii z Socjologii*

Koordinator: prof. dr hab. Włodzimierz Piątkowski

Forma zajęć: wykład (30 godz.)

Treść przedmiotu:

Wykład: związki i zależności między naukami przyrodniczymi a dyscyplinami humanistycznymi i społecznymi; etapy ewolucji socjologii medycyny; społeczna i poznawcza tożsamość socjologii zdrowia i choroby/ rola prekursorów i liderów; przykłady i interpretacja wybranych kierunków badań: socjologia zdrowia i chorób, socjologia systemów i instytucji medycznych; medycyna jako wiedza i system działań; socjologia SARS/Cov 2; „lecznictwo niemedyczne” jako przedmiot badań socjologicznych; badania nad profesjami medycznymi – socjologia zawodu lekarza, socjologia ciała i cielesności; „krytyczna socjologia medycyny”, analizy procesów medykalizacji; pozycja i znaczenie polskiej socjologii medycyny na tle badań socjomedycznych prowadzonych w UE; przykłady projektowanych zamierzeń badawczych.

Semestr 3

Nazwa przedmiotu	Obszar	Wymiar godzin						ECTS
		Razem	WY	CA	LB	KW	SM	
Biochemia*	2	90	30		60		8	
Biologia molekularna*	2	60	15		45		5	
Genetyka ogólna i molekularna*	3	60	30		30		5	
Genetyka i genomika mikroorganizmów* lub Genetyka człowieka*	3	30	15		15		2	
	3	30	15			15	2	
Zwierzęce kultury komórkowe i tkankowe in vitro*	4	60	15		45		3	
Mikrobiologia przemysłowa*	5	60	30		30		5	
Język angielski		30				30	2	

Opisy przedmiotów

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Biochemia*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Biochemistry

Katedra/Katedry: *Katedra Biochemii i Biotechnologii*

Koordinator: dr hab. Anna Matuszewska, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (30 godz.), laboratorium (60 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Biochemia jako nauka ewoluująca i jej powiązania z biotechnologią. Budowa i funkcje białek, węglowodanów, lipidów, kwasów nukleinowych i innych cząsteczek biologicznych. Metabolizm jako całokształt przemian biochemicznych i energetycznych zachodzących w komórkach żywych organizmów z podziałem na procesy kataboliczne i anaboliczne. Enzymy jako biokatalizatory. Koenzymy i kofaktory – struktura i funkcje. Metabolizm najważniejszych grup związków organicznych. Integracja komórkowych procesów metabolicznych (wzajemne powiązania szlaków metabolicznych na poziomie cząsteczkowym, komórkowym i tkankowym).

Laboratorium: Samodzielnie wykonywane eksperymenty ilustrujące zagadnienia dotyczące rodzajów roztworów stosowanych do analiz biochemicznych i ich przygotowywania, podstaw absorpcjometrii, oraz ilościowej i jakościowej analizy najważniejszych grup związków organicznych niezbędnych do funkcjonowania organizmów. Dobór metod badawczych odpowiednich dla badanych cząsteczek biologicznych. Przygotowanie do właściwej analizy i interpretacji uzyskanych wyników eksperymentalnych.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Biologia molekularna*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Molecular Biology

Katedra/Katedry: *Katedra Biologii Molekularnej*

Koordinator: dr Aleksandra Boguszewska

Forma zajęć: wykład (15 godz.), laboratorium (45 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Wprowadzenie do biologii molekularnej: definicja, historia; budowa i funkcja DNA, RNA. Od genu do białka: dogmat biologii molekularnej, kod genetyczny, budowa białek. Organizacja genomu: genom bakteryjny, genom eukariotyczny – jądrowy, chloroplastowy i mitochondrialny, eukariotyczne wirusy DNA i wirusy RNA. Ekspresja genów w komórkach Eukariota: transkrypcja, dojrzewanie RNA, transport przez błonę jądrową, translacja, regulacja ekspresji genów na poziomie potranskrypcyjnym za pomocą białek oraz czasteczek RNA. Zastosowanie przeciwciał w badaniach białek oraz medycynie. Apoptoza. Molekularne aspekty nowotworzenia.

Laboratorium: Izolacja genomowego DNA drożdży i amplifikacja genów kodujących białka rybosomalne. Izolacja rybosomalnego RNA drożdżowego i analiza elektroforetyczna. Frakcjonowanie komórek ssaczy. Analiza składu białkowego chromatyny. Trawienie DNA za pomocą MNazy i analiza elektroforetyczna.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Genetyka ogólna i molekularna*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: General and molecular genetics

Katedra/Katedry: *Katedra Genetyki i Mikrobiologii*

Koordinator: dr hab. Małgorzata Marczak

Forma zajęć: wykład (30 godz.), laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Własności fizyko-chemiczne i struktury konformacyjne DNA. Charakterystyka genomów prokariotycznych i eukariotycznych. Mapowanie genetyczne i fizyczne genomów. Biologiczne podłoże przekazywania informacji genetycznej na poziomie komórki: replikacja a cykl komórkowy. Organizacja, ekspresja i regulacja genów prokariotycznych i eukariotycznych. Wpływ środowiska na kształtowanie się cech. Zjawiska epigenetyczne a status chromatyny. Patologie związane z epigenetycznym stanem chromatyny i procesy biologiczne zależne od zjawisk epigenetycznych. Reprogramowanie chromatyny. Najważniejsze pojęcia z zakresu genetyki klasycznej, mechanizmy dziedziczenia na przykładzie cech roślin, zwierząt i ludzi. Dziedziczenie genów sprzężonych. Modele genetyczne we współczesnej nauce. Zmienność organizmów (mutacje, mutageny, mobilne DNA). Naprawa i rekombinacja DNA. Polimorfizm genetyczny. Determinacja płci. Wybrane choroby genetyczne człowieka spowodowane mutacjami genowymi, genomowymi i chromosomowymi.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Genetyka i genomika mikroorganizmów*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Genetics and genomics of microorganisms

Katedra/Katedry: *Katedra Genetyki i Mikrobiologii*

Koordinator: dr hab. Michał Kalita

Forma zajęć: wykład (15 godz.), laboratorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Struktura i organizacja genomów prokariotycznych: chromosomy i plazmidy, zmienność i plastyczność genomów mikroorganizmów. Mobilom bakteryjny: typu replikonów pozachromosomalnych, bakteriofagi. Zastosowania bakteryjnego mobilomu w biotechnologii: wektory DNA, fagoterapia, typowanie fagowe. Horyzontalny transfer genów (HGT): transformacja, koniugacja, transdukcja. Koniugacyjny transfer plazmidów pomiędzy komórkami bakterii, znaczenie fagów w HGT, tworzenie map genetycznych z wykorzystaniem przerywanej koniugacji. Bariery horyzontalnego transferu

genów: systemy restrykcji i modyfikacji oraz CRISPR. Rola ruchomych elementów genetycznych w rozprzestrzenianiu się oporności na leki przeciwbakteryjne. Metody stosowane w badaniu składu i funkcji mikrobiomów różnych środowisk. Analiza organizacji genomów bakteryjnych – wizualizacja plazmidów z zastosowaniem metody lizy w żelu; analiza plastyczności i polimorfizmu genomów bakterii; identyfikacja sekwencji powtórzonych.

lub

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Genetyka człowieka*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Human genetics

Katedra/Katedry: Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej

Koordinator: prof. dr hab. Monika Janczarek

Forma zajęć: wykład (15 godz.), konwersatorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Organizacja genomu człowieka. Mobilne elementy genetyczne i ich rola w zmienności genomu. Struktura genów eukariotycznych i regulacja ich ekspresji (przykłady). Mutacje i aberracje oraz ich wpływ na wystąpienie chorób człowieka. Dziedziczenie jedno- i wielogenowe. Choroby genetyczne – klasyfikacja i przykłady. Molekularne podłoże chorób. Choroby wieloczynnikowe, mitochondrialne i neurodegeneracyjne. Ewolucja człowieka. Piętno genomowe. Nowotwory i starzenie. Terapia genowa. Farmakogenomika. Bioetyka badań.

Konwersatorium: Historia i znaczenie badań klasycznych. Mapowanie genomu człowieka z wykorzystaniem analiz sprzężeń i badań asocjacyjnych. Choroby wieloczynnikowe – rola genów i środowiska (otyłość, cukrzyca). Diagnostyka chorób przy użyciu metod molekularnych (techniki FISH i PCR, mapowanie STS, sekwencjonowanie EST). Ocena wyników diagnostycznych (badania przesiewowe, czułość i specyficzność badań). Metody badania zmienności i historii populacji ludzkich (mtDNA, chromosom Y).

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Zwierzęce kultury komórkowe i tkankowe *in vitro**

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Animal cell and tissue *in vitro* cultures

Katedra/Katedry: Katedra Wirusologii i Immunologii, Katedra Anatomii Funkcjonalnej i Cytobiologii

Koordinator: dr Mateusz Pięt

Forma zajęć: wykład (15 godz.), laboratorium (45 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Historia wykorzystania zwierząt i hodowli komórek *in vitro* w naukach biomedycznych, etyka i regulacje prawne. Organizmy modelowe. Zwierzęta transgeniczne. Wykorzystanie zarodków w biotechnologii, zarodkowe komórki macierzyste. Biologia komórek prawidłowych i nowotworowych. Podstawy prowadzenia hodowli komórek *in vitro*. Wykorzystanie hodowli *in vitro* i zwierząt laboratoryjnych w biotechnologii, diagnostyce i medycynie. Badania kliniczne w biotechnologii. Metody analizy biologii, fizjologii i biochemii komórek w hodowli *in vitro*. Opracowywanie nowych substancji aktywnych, leków i terapii w oparciu o hodowle komórkowe i organizmy modelowe.

Laboratorium: Pobieranie tkanek i komórek z organizmu, wyprowadzanie hodowli pierwotnej. Podstawy prowadzenia hodowli *in vitro*. Metody i narzędzia stosowane w badaniach na tkankach i komórkach. Utrwalanie i wizualizacja materiału – barwienia histologiczne i cytologiczne. Ocena wzrostu i rozwoju komórek.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Mikrobiologia przemysłowa*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Industrial microbiology

Katedra/Katedry: Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej

Koordynator: dr hab. Adrian Wiater, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (30 godz.), laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Historia mikrobiologii przemysłowej: od ery przedpasteurowskiej do ery nowej biotechnologii. Przegląd metod ulepszania mikroorganizmów przemysłowych. Sposoby hodowli mikroorganizmów przemysłowych oraz różne typy fermentacji. Charakterystyka wybranych gatunków bakterii, drożdży, grzybów strzępkowych i alg wykorzystywanych w przemyśle. Mikroorganizmy „workhorse” stosowane w mikrobiologii przemysłowej. Przegląd enzymów produkowanych przez mikroorganizmy na skalę przemysłową. Omówienie poszczególnych etapów przemysłowego otrzymywania metabolitów: kwasów organicznych, rozpuszczalników, aminokwasów, antybiotyków, witamin, pigmentów oraz polimerów. Perspektywy rozwoju mikrobiologii przemysłowej.

Laboratorium: Samodzielnie wykonywane eksperymenty ilustrujące zagadnienia związane z wykorzystaniem drobnoustrojów w mikrobiologii przemysłowej.

Semestr 4

Nazwa przedmiotu	Obszar	Wymiar godzin						ECTS
		Razem	WY	CA	LB	KW	SM	
Biochemia tkanek i narządów zwierzęcych z elementami biochemii klinicznej* lub Biochemia metabolizmu wtórnego*	2	60	20		40			4
Chemia kwasów nukleinowych* lub Struktura i funkcja białek*	2 2	30 30	15 10		15 20			2 2
Podstawy immunologii*	3	60	30		30			4
Reakcja antygen - przeciwciało w diagnostyce medycznej* lub Immunomodulacja – metody oceny in vitro*	3	15			15			1
Environmental biotechnology and sustainability*	3	60	30		30			6
Biochemia i chemia gleby* lub Mikroorganizmy w cyklach biogeochemicznych*	3	30			30			2
Kultury komórkowe i tkankowe in vitro w biotechnologii roślin*	4	60			60			3
Procesy jednostkowe w biotechnologii – wprowadzenie	5	45	15		30			3
Biokataliza stosowana*	5	30	10		20			2

Przedmioty społeczne/ humanistyczne (NHS) do wyboru z listy przedstawionej przez Kolegium Dziekańskie WBiB		15						1
Język angielski		30				30		2

Opisy przedmiotów

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Biochemia tkanek i narządów zwierzęcych z elementami biochemii klinicznej*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Biochemistry of animal tissues and organs with elements of clinical biochemistry *

Katedra/Katedry: *Katedra Biochemii i Biotechnologii*

Koordinator: dr hab. Magdalena Jaszek, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (20 godz.), laboratorium (40 godz.)

Treści przedmiotu:

Zakres treści merytorycznych będących celem realizacji przedmiotu będzie obejmował następujące zagadnienia: integracja biochemiczna procesów komórkowych, biochemia przemian węglowodanów w organizmach zwierzęcych, biochemia przemian lipidów w organizmach zwierzęcych, biochemiczne przemiany związków azotowych w organizmach zwierzęcych, funkcje biochemiczne nerki, funkcje biochemiczne krwi, biochemiczne podstawy funkcjonowania tkanki nerwowej, biochemiczne podstawy funkcjonowania tkanki mięśniowej, biochemia procesów wzrostu i różnicowania się komórek zwierzęcych (metaboliczna rola reaktywnych form tlenu (RFT) na poziomie tkanek i narządów zwierzęcych (nowotworzenie i starzenie się komórek zwierzęcych). Zajęcia praktyczne będą dotyczyły analizy wybranych parametrów enzymatycznych i nieenzymatycznych związanych z funkcjonowaniem tkanek i narządów zwierzęcych z uwzględnieniem ich znaczenia diagnostycznego oraz przeglądu metod stosowanych w diagnostyce klinicznej. Wybrane zagadnienia będą realizowane w formie projektowej.

lub

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Biochemia metabolizmu wtórnego*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Biochemistry of secondary metabolism

Katedra/Katedry: *Katedra Biochemii i Biotechnologii*

Koordinator: prof. dr hab. Anna Jarosz-Wilkołazka

Forma zajęć: wykład (20 godz.), laboratorium (40 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Powiązanie metabolizmu pierwotnego i wtórnego przez prekursory, kofaktory, regulatory, enzymy, transport. Główne grupy metabolitów wtórnych syntetyzowane przez mikroorganizmy i rośliny. Regulacja szlaków metabolizmu wtórnego u mikroorganizmów i u roślin. Główne typy biotransformacji w szlakach syntezy metabolitów wtórnych. Budowa i działanie enzymów modułowych w syntezie metabolitów wtórnych (syntazy poliketydowe, syntetazy peptydów nierybosomalnych). Biosynteza i różnorodność alkaloidów, terpenoidów, fenylopropanoidów, peptydów oraz substancji lipidowych.

Laboratorium: Ćwiczenie obliczeniowe. Zmiany w metabolizmie mikroorganizmów w czasie wzrostu. Badanie wybranych enzymów roślinnych. Izolacja i charakterystyka terpenoidów. Izolacja i

charakterystyka alkaloidów. Naturalne barwniki pochodzenia mikrobiologicznego i roślinnego. Izolacja i charakterystyka wybranych metabolitów wtórnych roślin np. glukozytolany, flawonoidy, olejki goryczkowe, kwas askorbinowy.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Chemia kwasów nukleinowych*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Chemistry of nucleic acids

Katedra/Katedry: *Katedra Genetyki i Mikrobiologii*

Koordynator: dr hab. Anna Turska-Szewczuk, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (15 godz.), laboratorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Struktura chemiczna kwasów nukleinowych a właściwości umożliwiające ich funkcjonowanie jako biologicznych cząsteczek informacyjnych. Podstawy chemii nukleozydów i nukleotydów. Struktura chemiczna DNA, właściwości fizyczne i topologia. Budowa chemiczna RNA, rodzaje oraz udział w przepływie informacji genetycznej, aktywność katalityczna RNA. Struktura kwasów nukleinowych a organizacja genomów eukariotycznych, prokariotycznych i wirusowych. Budowa i organizacja genów prokariotycznych i eukariotycznych. Struktura DNA a przepływ informacji genetycznej w komórce. Podstawy zjawisk epigenetycznych. Replikacja jako molekularny mechanizm odpowiedzialny za utrzymanie stałości struktury chemicznej DNA oraz niezmienności informacji genetycznej. Zmiany struktury chemicznej nukleotydów jako przyczyna mutacji punktowych. Mechanizmy działania mutagenów chemicznych i fizycznych na DNA. Systemy naprawy uszkodzeń struktury DNA. Testy do oznaczania genotoksyczności związków chemicznych. Polimorfizm genetyczny.

Laboratorium: Podstawowe techniki badania struktury i właściwości DNA (izolacja DNA bakteryjnego i wirusowego, elektroforeza, trawienie, PCR, klonowanie, RFLP, hybrydyzacja, sekwencjonowanie). Techniki laboratoryjne stosowane do badania struktury i właściwości RNA (izolacja RNA drożdżowego, elektroforeza, kwasowa hydroliza, rozpuszczalność, hybrydyzacja, mikromacierze, RT-PCR). Test Ames'a – oznaczanie genotoksyczności wybranych związków chemicznych.

lub

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Struktura i funkcja białek*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Protein structure and function

Katedra/Katedry: *Katedra Biologii Molekularnej*

Koordynator: prof. dr hab. M. Tchórzewski

Forma zajęć: wykład (10 godz.), laboratorium (20 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Struktura białek. Metody analizy struktury białek (krystalografia rentgenowska, SAXS, NMR, Cryo-EM). Analiza funkcji białek na poziomie pojedynczej żywej komórki. Transdukcja sygnałów w komórce, szlaki przekazywania sygnałów i regulacja metabolizmu komórkowego. Modyfikacje potranslacyjne białek ze szczególnym uwzględnieniem kinaz białkowych i funkcji fosforylacji białek w komórce eukariotycznej.

Laboratorium: Oczyszczanie białek enzymatycznych: kinaz białkowych i inwertazy. Metody badania aktywności białek enzymatycznych (w żelu poliakrylamidowym i z zastosowaniem izotopów radioaktywnych). Wykrywanie inhibitorów proteaz serynowych.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Podstawy immunologii*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Basics of immunology

Katedra/Katedry: *Katedra Wirusologii i Immunologii*

Koordynator: dr hab. Barbara Zdzisińska, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (30 godz.), laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Budowa i funkcje układu immunologicznego. Rozpoznawanie patogenów. Czynniki odporności wrodzonej i nabytej. Cechy i rodzaje antygenów. Antygeny zgodności tkankowej. Immunoglobuliny. Przeciwciała monoklonalne. Regulacja aktywności układu immunologicznego. Aktywacja i różnicowanie limfocytów. Odpowiedź immunologiczna humoralna i komórkowa. Pamięć immunologiczna. Odporność przeciwwakacyjna. Tolerancja immunologiczna i zjawiska autoimmunizacyjne. Odporność przeciwnowotworowa i immunoterapia chorób nowotworowych. Reakcje nadwrażliwości.

Laboratorium: Ocena aktywności fagocytów *in vitro*. Techniki izolacji leukocytów z krwi obwodowej i narządów limfatycznych. Określanie żywotności leukocytów. Metody rozróżniania i liczenia populacji i subpopulacji limfocytów. Serologiczne typowanie HLA. Badanie aktywacji limfocytów *in vitro*. Badanie aktywności cytokin. Pomiar siły odpowiedzi humoralnej *in vitro*. Niektóre techniki stosowane przy produkcji przeciwciał monoklonalnych.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Reakcja antygen-przeciwciała w diagnostyce medycznej*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Antigen-antibody reaction in medical diagnostics

Katedra/Katedry: *Katedra Wirusologii i Immunologii*

Koordynator: dr hab. Barbara Zdzisińska, prof. UMCS

Forma zajęć: laboratorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium: Praktyczne wykorzystanie reakcji antygen-przeciwciała w diagnostyce medycznej. Metoda aglutynacji bezpośredniej – wykorzystanie w diagnostyce hematologicznej i chorób infekcyjnych. Metoda aglutynacji pośredniej z zastosowaniem syntetycznych i naturalnych nośników antygeny – szybkie testy wykorzystywane w diagnostyce zakażeń patogenami i chorób autoimmunologicznych. Metoda precipitacji – test precipitacji pierścieniowej i immunodyfuzji w żelu do wykrywania przeciwciał w osoczu, identyfikacji antygenów oraz oceny czystości preparatu antygenowego. Metody immunochromatograficzne – szybkie testy kasetkowe do wykrywania przeciwciał lub antygenów w materiale biologicznym. Ilościowe metody określania stężenia antygeny lub poziomu przeciwciał w próbkach biologicznych – ELISA, RIA.

lub

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Immunomodulacja – metody oceny *in vitro**

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Immunomodulation – *in vitro* assessment methods

Katedra/Katedry: *Katedra Wirusologii i Immunologii*

Koordynator: dr hab. Barbara Zdzisińska, prof. UMCS

Forma zajęć: laboratorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium: Pojęcie immunomodulacji. Immunostymulacja i immunosupresja – zapotrzebowanie w medycynie. Leki immunosupresyjne i preparaty immunostymulujące. Ocena aktywności immunomodulującej nowo pozyskiwanych naturalnych preparatów: określanie nietoksycznego stężenia biopreparatu w hodowli leukocytów krwi obwodowej metodą analizy aktywności metabolicznej komórek. Ocena wpływu biopreparatu na indukowaną mitogenem proliferację leukocytów *in vitro* z zastosowaniem znakowania komórek bromodeoksyurydyną. Wyprowadzanie kultury ludzkich makrofagów *in vitro* z linii komórkowej monocytów jako modelu do produkcji cytokin immunostymulujących i immunosupresyjnych. Indukcja cytokin w makrofagach ludzkich nietoksycznymi stężeniami biopreparatu. Zbieranie i opracowywanie próbek z hodowli makrofagów do określania poziomu cytokin metodą ELISA.

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Environmental biotechnology and sustainability*

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Biotechnologia środowiskowa i zrównoważony rozwój

Katedra/Katedry: *Katedra Fizjologii Roślin i Biofizyki, Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej*

Koordynator: prof. Jaco Vangronsveld, dr hab. Jolanta Jaroszuk-Ścisła, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (30 godz.), laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Soil, water and air as habitats for microorganisms. Diversity of environmental microorganisms and forms of their occurrence. Plant-microorganisms interaction: colonization, mycorrhizae, infection structures, endophytes. Induction of plant resistance to biotic and abiotic factors and hormonal regulation in polluted environments - the role of microorganisms. Biotechnology in recovery of polluted soil, water and air. The highly diverse metabolism of microorganisms in control various forms of pollution (hydrocarbons, aromatics, biocides, detergents, plastics, etc.). Microbial production of energy or feedstock for industrial applications. The molecular basis of metabolic pathways and application of genetic recombination techniques (incl. natural gene transfer).

Laboratorium: Formy występowania i techniki badania mikroorganizmów w środowiskach zanieczyszczonych i niezanieczyszczonych. Mikroorganizmy hodowalne i niehodowalne (VBCN). Wskaźniki różnorodności: fizjologiczny "odcisk palca" CLPP, wykorzystywanie substratów (testy Biolog Micro Plate: FF, GN, EcoPlate). Zdolność tworzenia AHL i biofilmu. Izolacja mikroorganizmów z różnych środowisk- Inokulacja roślin (nasion, siewek), gęstość inokulum, wpływ na wzrost. Enzymatyczne markery indukcji odporności roślin i regulacja fitohormonalna.

Forms of occurrence and techniques for the study of the abundance of microorganisms in different polluted and unpolluted environments. Culturable and non-culturable (VBCN) microorganisms. Indicators of diversity: CLPP physiological "fingerprint", Biolog Micro Plates: FF, GN, EcoPlate. The ability to form AHL and biofilm. Isolation of microorganisms from different habitats. Inoculation of plants (seeds, seedlings) with microbial strains: inoculum density, effects on seed and plant growth. Enzymatic markers of plant resistance induction and their phytohormonal regulation.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Biochemia i chemia gleby*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Soil biochemistry and chemistry

Katedra/Katedry: *Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej*

Koordynator: dr hab. Małgorzata Majewska

Forma zajęć: laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium: Trójfazowa struktura gleby (faza stała, ciekła i gazowa). Zależności pomiędzy mikrobiologią i chemią gleby. Właściwości sorpcyjne gleby (rodzaje sorpcji, koloidy glebowe, właściwości buforowe). Żyzność, zasobność i urodzajność gleb oraz czynniki degradujące środowisko glebowe. Rola mikroorganizmów i ich metabolitów (np. kwasy mineralne i organiczne, siderofory, fitosiderofory i biosurfaktanty) w mobilizacji metali (np. Fe, Ca, Mg, Mn, Cd, Pb, Hg) oraz ich znaczenie w rolnictwie i biotechnologii środowiskowej. Przygotowanie gleby do badań oraz oznaczanie: ogólnej pojemności sorpcyjnej gleby i poszczególnych jej składników, immobilizacji metali ciężkich (np. Cd), kwasowości czynnej i hydrolitycznej, buforowości gleby, ogólnej zawartości i frakcji glebowej substancji organicznej (SOM), ogólnej aktywności oddechowej gleby (np. metoda dehydrogenazowa lub adsorpcji CO₂), mobilności, biodostępności (rzeczywistej i potencjalnej) oraz frakcji metali w glebie.

lub

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Mikroorganizmy w cyklach biogeochemicznych*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Microorganisms in biogeochemical cycles

Katedra/Katedry: *Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej*

Koordinator: dr hab. Małgorzata Majewska

Forma zajęć: laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium: Rola mikroorganizmów w krążeniu wybranych pierwiastków (np. C, N, P i S). Wpływ toksyn wprowadzonych do środowiska w wyniku działalności człowieka (np. aktywności rolnicza lub przemysłowa) na procesy mikrobiologiczne oraz wynikające z tego faktu zaburzenia równowagi i bioróżnorodności w zespole mikroorganizmów. Zakładanie hodowli mikroorganizmów o określonych wymaganiach pokarmowych (np. oligotrofy i koptotrofy). Określanie liczebności mikroorganizmów tlenowych i beztlenowych należących do poszczególnych grup metabolicznych (np. celulolityczne, amylolityczne, lipolityczne, nitryfikacyjne, denitryfikacyjne, amonifikacyjne, redukujące S, utleniające S). Szacowanie liczebności mikroorganizmów opornych na wybrane toksyny (np. metale ciężkie) oraz określanie stężenia toksycznych związków powstających na poszczególnych etapach cykli biogeochemicznych (np. azotyny, nitrozaminy, siarkowodór, amoniak, cyjanowodór, wodór, aktywne formy tlenu).

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Kultury komórkowe i tkankowe *in vitro* w biotechnologii roślin*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: In vitro cell and tissue cultures in plant biotechnology

Katedra/Katedry: *Katedra Biologii Komórki*

Koordinator: mgr Kinga Lewtak

Forma zajęć: laboratorium (60 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium: Budowa histologiczna roślin okrytozalążkowych. Tkanki niezróżnicowane – merystemy pierwotne i wtórne. Rozwój gametofitu męskiego i żeńskiego. Rozwój zarodka u Angiospermae. Budowa nasion. Organizacja i wyposażenie laboratorium roślinnych kultur *in vitro*. Zasady bezpieczeństwa pracy w warunkach sterylnych. Etapy przygotowywania pożywek. Zapoznanie z podstawowymi typami kultur *in vitro* (kultura kalusa, kultury organów roślinnych, kultury zawieszinowe, kultury pylników i mikrospor, kultury protoplastów roślinnych) i ich wykorzystaniem w biotechnologii

roślin. Roślinne komórki macierzyste i źródła ich pozyskiwania. Zdolność do regeneracji roślin z eksplantatów pierwotnych. Histologiczna analiza organów – tkanki pierwotne i wtórne. Procesy morfogenezy roślin w warunkach *in vitro*; hormonalne ukierunkowanie rozwoju (organogeneza pośrednia i bezpośrednia, embriogeneza somatyczna pośrednia i bezpośrednia). Powstawanie zarodków zygotycznych i somatycznych. Mikrorozmnażanie. Wytwarzanie sztucznych nasion.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Procesy jednostkowe w biotechnologii – wprowadzenie

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Unit operations in biotechnology – introduction

Katedra/Katedry: Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej

Koordinator: dr hab. Mariusz Trytek, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (15 godz.), laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Potencjał produkcji biotechnologicznej: inżynieria bioprosesowa, proces jednostkowy i bioproses, podstawowe zasady organizacji bioprosesu, ekonomika bioprosesu, charakterystyka procesów *upstream* i *downstream*. Poszukiwanie producenta: izolacja ze środowiska naturalnego i utrwalanie drobnoustrojów. Dobór podłoża hodowlanych, przygotowanie inokulum, sterylizacja podłoża produkcyjnego. Bioreaktory: podział i kryteria podziału, budowa, zastosowania, typy. Sposoby prowadzenia fermentacji bioreaktorowych (*batch*, *fed-batch*, *continuous*). Bioreaktorowe operacje jednostkowe. Dolnostrumieniowe operacje jednostkowe (*downstream processing*): ogólna charakterystyka, separacja zawiesin pofermentacyjnych, dezintegracja komórek, zagęszczanie roztworów, wytrącanie, izolacja i oczyszczanie finalnego bioproduktu.

Laboratorium: Ćwiczenia obliczeniowe i laboratoryjne; samodzielne wykonywanie ćwiczeń i eksperymentów związanych z inżynierią bioprosesową.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Biokataliza stosowana*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Applied biocatalysis

Katedra/Katedry: Katedra Biochemii i Biotechnologii

Koordinator: prof. dr hab. Anna Jarosz-Wilkolażka

Forma zajęć: wykład (10 godz.), laboratorium (20 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Biokataliza – definicja i historia. Biokataliza a procesy chemiczne. Biokatalizatory stosowane w przemyśle. Technologiczne aspekty biotransformacji (enzymy, komórki, enzymy unieruchomione i natywne). Wpływ biokatalizy na środowisko). Immobilizacja biokatalizatorów. Biokataliza w środowiskach niekonwencjonalnych. Biokataliza w biotransformacji (oksydoreduktazy, biotransformacja lipidów i węglowodanów). Biokatalizatory w bioogniwach i biosensorach.

Laboratorium: Immobilizowane biokatalizatory – otrzymywanie immobilizowanych komórek i enzymów. Biokataliza w środowiskach niekonwencjonalnych (rozpuszczalniki organiczne, systemy dwufazowe). Biokataliza z zastosowaniem oksydoreduktaz – otrzymywanie barwników na drodze biokatalizy. Biotransformacja węglowodanów lub substancji lipidowych, np. sacharozy do fruktooligosacharydów (prebiotyki), reakcje z zastosowaniem lipaz. Enzymatyczne oznaczanie różnych substancji w wybranych produktach spożywczych.

Przedmioty społeczne/ humanistyczne (NHS) do wyboru z listy przedstawionej przez Kolegium Dziekańskie WBiB

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Między biologią a etyką

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: *Between biology and ethics*

Katedra/Katedry: *Wydział Filozofii i Socjologii; Katedra Etyki*

Koordinator: prof. dr hab. Lesław Hostyński

Forma zajęć: konwersatorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Konwersatorium: Biologia stwarza nowe możliwości zapewniające zachowanie gatunku ludzkiego i odpowiednie warunki życia człowieka w sposób znaczący wpływa na sposób życia, na nasze postawy m.in. ingerencji w funkcjonowanie organizmów, leczenia wielu chorób, uzyskiwania nowych źródeł zasobów żywnościowych, przeciwstawia się degradacji środowiska związanej z ekspansją techniki czy gospodarką rabunkową. Tym samym ma ona trudny do przecenienia wpływ na życie człowieka. Rozkwitowi nauk biologicznych towarzyszy powszechna aprobata, jednak jest on nie tylko dobrodziejstwem ludzkości, ale niesie za sobą cały szereg zagrożeń. Wraz z rozwojem biologii pojawia się pytanie o granice jej ekspansji. W wyznaczeniu owych granic szczególnie przydatna jest etyka. Ograniczenia moralne są zasadne dla całej nauki, a tym bardziej w odniesieniu do nauki o życiu, które jest nie tylko problemem przyrodniczym, ale także filozoficznym. Tematyką konwersatorium będzie więc refleksja nad owymi granicami ale także przestrzeń zawarta między biotechnologią a bioetyką. Ponieważ zasady nauk przyrodniczych nie są źródłem sądów moralnych, które to sądy uwzględniają wartości typowo ludzkie dlatego koniecznym jest przekazanie adeptom biotechnologii niezbędnego „instrumentarium” aksjologicznego umożliwiającego sprawne i krytyczne poruszanie się w świecie, w którym dominują wartości etyczne.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Filozofia przyrody*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: *Philosophy of Nature*

Katedra: *Katedra Ontologii i Epistemologii*

Koordinator: dr hab. Andrzej Łukasik, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Celem kursu jest omówienie podstawowych zagadnień współczesnej filozofii przyrody, rozumianej jako filozofia w kontekście nauki. Analizowane są następujące zagadnienia: filozofia czasu i przestrzeni (absolutyzm i relacjonizm, czas i przestrzeń w teorii względności, strzałka czasu); determinizm i indeterminizm (determinizm fizyki klasycznej, indeterminizm w mechanice kwantowej, teoria chaosu deterministycznego); pojęcie materii (mechanistyczny obraz świata i jego granice, pojęcie materii w mechanice kwantowej, cząstki elementarne i siły natury); powstanie i ewolucja Wszechświata (zagadnienie nieskończoności czasowej i przestrzennej Wszechświata, Standardowy Model Kosmologiczny).

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Kompetencje miękkie w pracy zawodowej

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: *Soft skills at work*

Katedra: Pracownia Edukacji Biologicznej i Środowiskowej z Muzeum Zoologicznym

Koordinator: dr Anna Maria Wójcik, prof. UMCS

Forma zajęć: konwersatorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Konwersatorium: Kompetencje twarde i miękkie w pracy zawodowej, oczekiwania pracodawców wobec absolwentów studiów wyższych, komunikacja interpersonalna w budowaniu prawidłowych relacji, sposoby wyznaczania i osiągania celów w życiu zawodowym, motywacja i automotywacja w realizacji założeń, organizacja i zarządzanie czasem w odnoszeniu sukcesów, praca pod presją czasu, umiejętności pracy w zespole, zarządzanie zespołami i umiejętności przywódcze, rozwiązywanie konfliktów, budowanie pewności siebie, zadowolenie życiowe a praca zawodowa.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Autoprezentacja i wystąpienia publiczne

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Self presentation and publik speaking

Katedra: Pracownia Edukacji Biologicznej i Środowiskowej z Muzeum Zoologicznym

Koordinator: dr Anna Maria Wójcik, prof. UMCS

Forma zajęć: konwersatorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Konwersatorium: sposoby autoprezentacji i dobrego wejścia w grupę, mowa ciała i komunikacja werbalna w odbiorze społecznym, złote zasady komunikacji, elementy emisji głosu jako podstawowego narzędzia skutecznej komunikacji, rodzaje wystąpień publicznych, zasady przygotowania różnych typów wystąpień publicznych, savoir vivre w wystąpieniach publicznych, jak pokonać stres podczas wystąpień publicznych i prezentacji, mindfulness, czyli trening uważności w redukcji stresu i zwiększaniu koncentracji, autodiagnoza i autorefleksja w pracy nad wystąpieniami publicznymi, czyli droga do mistrzostwa.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Jak zostać przedsiębiorcą?

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: How to become an Entrepreneur?

Katedra: Katedra Zarządzania, Wydział Ekonomiczny UMCS

Koordinator: dr Monika Jakubiak

Forma zajęć: wykład (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Wprowadzenie do przedsiębiorczości, istota przedsiębiorczości. Pracownik czy przedsiębiorca? Specyfika roli zawodowej. Własna firma – czy to dla mnie? Kompetencje przedsiębiorcze. Prowadzenie firmy w branży biotechnologicznej. Formy organizacyjno-prawne przedsiębiorstw. Źródła finansowania działalności gospodarczej. Rozpoczynanie, zawieszanie i likwidacja działalności gospodarczej. Koncepcja biznesu – biznesplan

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Przedsiębiorczość

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Entrepreneurship

Katedra: Katedra Systemów Informacyjnych i Logistyki, Wydział Ekonomiczny UMCS

Koordinator: mgr Magdalena Panasiuk-Kwiatek

Forma zajęć: laboratorium (15 godz.)

Aby móc uczęszczać na przedmiot, konieczne jest uprzednie zaliczenie, lub równoczesne zapisanie się na wykład „Jak zostać przedsiębiorcą”

Treści przedmiotu:

Laboratorium: Zajęcia będą odbywały się przy wykorzystaniu Branżowych Symulacji Biznesowych na przykładzie prowadzenia kliniki weterynaryjnej. Studenci wcielą się w rolę współwłaścicieli kliniki weterynaryjnej zajmującej się leczeniem zwierząt domowych. Uczestnicy rozgrywki podejmują szereg decyzji, z którymi każdy właściciel przedsiębiorstwa spotyka się na co dzień. Jest to gra edukacyjna dla uczelni i biznesu świetnie sprawdzająca się podczas zajęć z przedmiotu podstawy przedsiębiorczości. Pozwoli opanować umiejętności praktyczne w następujących obszarach: opracowanie analizy rynku, przygotowanie strategii rozwoju przedsiębiorstwa, opracowanie misji i wizji przedsiębiorstwa, planowanie popytu i podaży oferowanych usług, planowanie polityki kadrowej (m.in. zatrudnianie/zwalnianie pracowników, zakup sprzętu niezbędnego do świadczenia usług), planowanie polityki finansowej w każdej dziedzinie funkcjonowania przedsiębiorstwa (m.in. wynagrodzenia, koszty półproduktów, obsługi biura, podatki), planowanie oraz realizacja strategii marketingowej (tradycyjnej/internetowej).

Semestr 5

Nazwa przedmiotu	Obszar	Wymiar godzin						ECTS
		Razem	WY	CA	LB	KW	SM	
Inżynieria genetyczna*	4	90	30		60			7
Analiza instrumentalna*	4	8	8					1
(dwa z czterech) Analiza biomolekuł z zastosowaniem metod chromatograficznych * lub Analiza biomolekuł z zastosowaniem spektrometrii mas i NMR lub Analiza biomolekuł z zastosowaniem metod spektroskopowych* lub Analiza biomolekuł z zastosowaniem metod mikroskopowych*	4	32			32			2
Systemy zarządzania jakością w biotechnologii (NHS)	5	20	10			10		1
Praktyki zawodowe		100						4
Bloki przedmiotów do wyboru		180						15

Opisy przedmiotów

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Inżynieria genetyczna*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Genetic engineering

Katedra/Katedry: *Katedra Genetyki i Mikrobiologii*

Koordinator: dr hab. Andrzej Mazur, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (30 godz.), laboratorium (60 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Technologia rekombinowanego DNA, wektory DNA do klonowania molekularnego w bakteriach i eukariontach, wprowadzanie zrekombinowanego DNA do komórek. Hybrydyzacja kwasów nukleinowych. Reakcja łańcuchowa polimerazy (PCR). Zastosowania technologii rekombinowanego DNA w biotechnologii: rekombinowane białka, GMO, diagnostyka i terapia chorób genetycznych. Zasady analizy genomu, transkryptomu i proteomu komórki. Strategie sekwencjonowania genomów, techniki sekwencjonowania DNA: klasyczne i NGS. Zastosowanie technik sekwencjonowania w biotechnologii. Analizy transkryptomu komórki. Nokaut i wyciszanie genów, techniki edycji genów i genomów – programowalne nukleazy). Proteomika funkcjonalna.

Laboratorium: Metody izolacji, oczyszczania, rozdzielania i wizualizacji DNA. Mapowanie fizyczne i analiza polimorfizmu DNA. Klonowanie DNA w wektorach plazmidowych. Transformacja *E. coli* zrekombinowanym DNA, selekcja rekombinantów – bezpośredni PCR. Hybrydyzacja kwasów nukleinowych. Sekwencjonowanie DNA metod Sangera oraz NGS.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Analiza instrumentalna*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Instrumental analysis of macromolecules

Katedra/Katedry: *Katedra Biologii Komórki, Katedra Biologii Molekularnej, Katedra Genetyki i Mikrobiologii, Katedra Biochemii i Biotechnologii*

Koordinator: prof. dr hab. Adam Choma

Forma zajęć: wykład (8 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Podstawowe zasady postępowania w instrumentalnej chemii analitycznej: przygotowanie próbek do analizy, wzorce i materiały odniesienia, kryteria wyboru metody analitycznej). Teoretyczne podstawy procesów fizykochemicznych w metodach chromatograficznych: typy chromatografii, zasady wyboru odpowiedniej metody chromatograficznej w zależności od charakteru rozdzielanej mieszaniny, jakościowa i ilościowa analiza chromatograficzna. Poznanie teoretycznych podstaw procesów leżących u podstaw analizy z zastosowaniem spektrometrii mas i spektroskopii NMR. Zakres i możliwości tych metod. Poznanie teoretycznych podstaw procesów leżących u podstaw analizy widmowej w obszarze promieniowania ultrafioletowego, widzialnego i podczerwonego. Obrazowanie procesów biologicznych na poziomie pojedynczej żywej komórki z wykorzystaniem fluorescencyjnych peptydów lub białek hybrydowych. Podstawy mikroskopii fluorescencyjnej i spektroskopii fluorescencyjnej oraz czasów życia fluorescencji (FLIM).

Do wyboru dwa spośród czterech laboratoriów:

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Analiza biomolekuł z zastosowaniem metod chromatograficznych

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Chromatographic methods in biomolecules analysis

Katedra/Katedry: *Katedra Genetyki i Mikrobiologii*

Koordinator: dr hab. Iwona Komaniecka, prof. UMCS

Forma zajęć: laboratorium (16 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium: Chromatografia cieczowa (LC) – charakterystyka układu chromatografu cieczowego typu LPC, HPLC, UPLC; kolumny chromatograficzne; wypełnienia; pompy; dozowniki; detektory. Chromatografia gazowa (GC) – podstawowe elementy układu chromatografu gazowego, typy kolumn chromatograficznych. Gazy nośne. Dozowniki. Rodzaje, zasada działania i parametry detektorów: TCD, FID, ECD, MS, NPD, FPD. Parametry retencji, indeks retencji. Pojęcie półki teoretycznej. Analiza jakościowa w chromatografii, identyfikacja związków. Identyfikacja kwasów tłuszczowych na podstawie rozdziału ich lotnych pochodnych techniką GC. Technika GC-MS: identyfikacja kwasów tłuszczowych na podstawie ich widm masowych. Analiza ilościowa w chromatografii gazowej. Pomiar pola powierzchni piku chromatograficznego. Współczynnik korekcji. Metody analizy ilościowej: metoda kalibracji zewnętrznej, normalizacji wewnętrznej, wzorca wewnętrznego, wzorca dodanego.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Analiza biomolekuł z zastosowaniem spektrometrii mas i NMR

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Mass spectrometry and Nuclear Magnetic Resonance spectroscopy – a modern tools for biomolecules analysis

Katedra/Katedry: *Katedra Genetyki i Mikrobiologii*

Koordinator: dr hab. Anna Turska-Szewczuk, prof. UMCS

Forma zajęć: laboratorium (16 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium: Spektrometria mas – podstawy teoretyczne metody analitycznej, budowa i zasada działania spektrometru mas, rodzaje analizatorów i ich zastosowanie, podstawowe techniki jonizacji w spektrometrii mas (dla niskocząsteczkowych i łatwopolnych związków jak i trudnopolnych biomolekuł-techniki jonizacyjno-desorpcyjne). Przygotowania próbek do analiz i ich wykonanie w technice jonizacji EI (GC-MS). Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR) – właściwości magnetyczne jąder atomowych i podstawy teoretyczne rejestracji widm NMR w zakresie przewidzianym dla biotechnologów, widma jednowymiarowe protonowe i węglowe (^1H i ^{13}C), pojęcia: przesunięcia chemicznego, zakresu widma protonowego i węglowego, sygnału rezonansowego i jego multipletowości. Wzorce i rozpuszczalniki w NMR. Zastosowanie spektroskopii NMR w identyfikacji i analizie prostych związków organicznych, takich jak alkohole, węglowodory, chlorowcopochodne, estry. Zastosowanie spektroskopii NMR w badaniach składników komórkowych.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Analiza biomolekuł z zastosowaniem metod spektroskopowych (UV, Vis, IR)*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: UV, Vis and IR spectroscopy in the analysis of biomolecules

Katedra/Katedry: *Katedra Biologii Komórki*

Koordinator: dr hab. Ewa Janik-Zabrotowicz

Forma zajęć: laboratorium (16 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium: Identyfikacja cząsteczek, np. antybiotyków, naturalnych barwników (chlorofile, ksantofile, flawonoidy) i sztucznych barwników, na podstawie kształtu (położenia maksimum pasm na skali długości fali) widm absorpcyjnych UV-Vis oraz fluorescencyjnych. Identyfikacja związków, określanie zanieczyszczeń w badanych próbkach na podstawie kształtu widm absorpcyjnych IR. Określanie struktury drugorzędowej białek na podstawie kształtu ich widm absorpcyjnych IR. Określanie organizacji molekularnej (monomer, dimer, agregat) biocząsteczek w oparciu o kształt oraz intensywność widm fluorescencyjnych oraz absorpcyjnych. Fluorescencja aminokwasów a struktura drugorzędowa białek. Analiza strukturalna wybranych układów hemowych (chlorofile, hemoglobina). Określanie przemian różnych form supramolekularnych biocząsteczek w układach biologicznych na podstawie zmian kształtu widm.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Analiza biomolekuł z zastosowaniem metod mikroskopowych*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Advanced microscopic methods in the analysis of biomolecules**

Katedra/Katedry: *Katedra Biologii Molekularnej*

Koordynator: prof. dr hab. Marek Tchórzewski

Forma zajęć: laboratorium (16 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium: Obrazowanie procesów biologicznych na poziomie pojedynczej żywej komórki z wykorzystaniem peptydów/białek hybrydowych za pomocą mikroskopii konfokalnej oraz czasów życia fluorescencji – FLIM. Opracowanie eksperymentalnych układów biologicznych z wykorzystaniem technik biologii molekularnej w celu otrzymania białek hybrydowych (białka fluorescencyjne – GFP i pochodne) w kontekście analizy parametrów biofizycznych białka z wykorzystaniem technik mikroskopii fluorescencyjnej/FLIM. System do obrazowania – laserowy skaningowy mikroskop konfokalny LSM 780 firmy Carl-Zeiss.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Systemy zarządzania jakością w biotechnologii (NHS)

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Quality management systems in biotechnology**

Katedra/Katedry: *Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej, Katedra Biochemii i Biotechnologii*

Koordynator: dr hab. Adrian Wiater, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (10 godz.), konwersatorium (10 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Klasyfikacja systemów zarządzania jakością w biotechnologii w oparciu o istniejące prawodawstwo. Określenie kryteriów związanych z wytwarzaniem, tj. wymagania stawiane produkcji niesterylnej i specjalnej produkcji sterylnej. Omówienie systemów zapewnienia jakości w obszarze higieny, walidacji i reklamacji. Zapoznanie z polityką jakości na poziomie zakładu przemysłowego. Zapoznanie z dobrą praktyką dokumentacyjną. Tworzenie dokumentacji w zakresie zagadnień związanych z poszczególnymi działami systemów zapewnienia jakości, tj. standardowe procedury operacyjnej (SOP), standardowe procedury badawcze i specyfikacje.

Konwersatorium: Dyskusja i pogłębianie zagadnień poruszanych na wykładach. Samodzielne rozwiązywanie problemów związanych z zarządzaniem jakością w przemyśle biotechnologicznym.

Semestr 6

Nazwa przedmiotu	Obszar	Wymiar godzin						ECTS
		Razem	WY	CA	LB	KW	SM	
Bioinformatyka*	4	45			45			3
Bioinżynieria białek*	4	75	15		60			6
Seminarium		45					45	3
Przygotowanie i prezentowanie prac naukowych		15				15		1
Bloki przedmiotów do wyboru		180						15

Opisy przedmiotów

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Bioinformatyka*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Bioinformatics

Katedra/Katedry: *Katedra Genetyki i Mikrobiologii*

Koordinator: dr hab. Andrzej Mazur, prof. UMCS

Forma zajęć: laboratorium (45 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium: Bazy danych: sekwencyjne (DNA i białek na przykładzie GenBank, struktura i formaty rekordów, bazy danych genów i polimorfizmu SNP) i biotechnologiczne (np. szlaków metabolicznych, klastrów funkcjonalnych, enzymów modyfikujących cukry). Przeszukiwanie i pobieranie rekordów z baz danych. Podstawy analiz sekwencji DNA: poszukiwanie motywów, wzorów, otwartych ramek odczytu, genów, analiza użycia kodonów. Tworzenie map restrykcyjnych, wirtualne klonowanie molekularne, projektowanie starterów do reakcji PCR. Porównywanie sekwencji parami: dopasowania globalne i lokalne – algorytmy Needlemana-Wunscha, Smitha-Watermana), obliczanie punktacji za dopasowanie, porównywanie wielu sekwencji (metody sumy par i progresywnego budowania dopasowań). Przeszukiwanie baz danych sekwencji nukleotydowych – algorytmy dynamiczne FASTA, BLAST. Narzędzia bioinformatyczne w filogenetyce molekularnej (modele substytucji nukleotydowych, metody odległościowe i oparte na stanach cech w rekonstrukcji drzew filogenetycznych).

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Bioinżynieria białek*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Protein bioengineering

Katedra/Katedry: *Katedra Biologii Molekularnej, Katedra Immunobiologii*

Koordinator: prof. dr hab. Marek Tchórzewski

Forma zajęć: wykład (15 godz.), laboratorium (60 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Właściwości biochemiczne i strukturalne białek biologicznie aktywnych. Podstawy fałdowania białek. Technologie produkcji białek rekombinowanych. Przygotowanie konstruktów genetycznych z wykorzystaniem nowoczesnych technik (Gibson Assembly, TOPO cloning). Czynniki wpływające na wydajność produkcji białek rekombinowanych. Zastosowanie białek rekombinowanych w różnych gałęziach przemysłu. Pozyskiwanie, identyfikacja i analiza aktywności biologicznej białek i peptydów

pochodzenia naturalnego: analiza materiału wyjściowego pod kątem poszukiwanej aktywności biologicznej; wpływ różnych czynników na poziom aktywności biologicznej białek i peptydów.

Laboratorium: Nadekspresja białka w układzie ekspresyjnym pET. Dezintegracja i frakcjonowanie komórek. Analiza procesu nadprodukcji. Oczyszczanie, detekcja, identyfikacja i analiza aktywności biologicznej białek i peptydów pochodzenia naturalnego na przykładzie peptydów przeciwdrobnoustrojowych i apolipoporyny III owadów.

Bloki wybieralne z obszaru 5: Zastosowania biotechnologii: problem – rozwiązanie problemu (proces i produkt)

Blok: Biotechnologia w medycynie

Moduł A: Mikroorganizm – diagnostyka – produkty

Koordinator: dr. hab. Jolanta Kutkowska, prof. UMCS

Przedmioty dostarczają wiedzę pozwalającą na rozwiązanie dwóch problemów kluczowych z perspektywy biotechnologii. Pierwszy z nich dotyczy narzędzi opracowanych w biotechnologii do walki z jednym z największych wyzwań współczesnej medycyny – narastającej lekooporności wśród drobnoustrojów. Drugi aspekt tego modułu dotyczy praktycznego wykorzystania wiedzy o mikroorganizmach i komórkach eukariotycznych do tworzenia nowatorskich, biokompatybilnych materiałów użytecznych w medycynie oraz produkcji tzw. biofarmaceutyków.

Nazwa przedmiotu	Semestr	Wymiar godzin						ECTS
		Razem	WY	CA	LB	KW	SM	
Podstawy diagnostyki i lekooporności mikroorganizmów*	5	30	15		15			3
Antybiotyki i peptydy przeciwdrobnoustrojowe w biotechnologii*	5	30	15		15			2
Biofarmaceutyki produkowane w systemach ssaczych i roślinnych*	6	15	15					1
Biopolimery i biomateriały do zastosowań medycznych*	6	45	16		20	9		4

Opis przedmiotów

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Podstawy diagnostyki i lekooporności mikroorganizmów*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Basics of diagnostics and antibiotic resistance in bacteria

Katedra/Katedry: *Katedra Genetyki i Mikrobiologii*

Koordinator: dr hab. Jolanta Kutkowska, prof. UMCS

Forma zajęć: laboratorium (15 godz.), wykład (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Metody serologiczne i molekularne wykorzystywane w diagnostyce bakterii, drożdżaków i grzybów chorobotwórczych. Problem lekooporności. Mechanizmy oporności na antybiotyki i leki przeciugrzybicze. Racjonalna antybiotykoterapia. Wykrywanie genów oporności i czynników wirulencji metodami genetycznymi.

Laboratorium: Izolacja i identyfikacja bakterii z materiałów środowiskowych. Oznaczanie wrażliwości na antybiotyki metodą dyfuzyjno-krążkową, mikrorozcieńczeń i z zastosowaniem E-testów. Fenotypowe określanie mechanizmów lekooporności; wykrywanie metodą PCR genów oporności na antybiotyki oraz genów kodujących czynniki wirulencji. Typowanie szczepów BOX-PCR. Serotypowanie wybranych drobnoustrojów.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Antybiotyki i peptydy przeciwdrobnoustrojowe w biotechnologii*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Antibiotics and antimicrobial peptides in biotechnology *

Katedra/Katedry: *Katedra Biochemii i Biotechnologii, Katedra Immunobiologii*

Koordinator: dr hab. Agnieszka Zdybicka-Barabas, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (15 godz.), laboratorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Definicja antybiotyku. Podział antybiotyków ze względu na budowę chemiczną i pochodzenie. Mechanizmy działania antybiotyków o różnej budowie chemicznej. Zjawisko antybiotykoodporności. Charakterystyka peptydów przeciwdrobnoustrojowych (AMPs) – podział, mechanizmy działania, rola w organizmie gospodarza. Metody otrzymywania aktywnych cząsteczek o charakterze AMPs. Zastosowanie AMPs w medycynie i weterynarii. Otrzymywanie transgenicznych roślin zawierających geny dla antybiotyków i AMPs.

Laboratorium: Ocena działania przeciwbakteryjnego i przeciwgrzybowego wybranych antybiotyków i naturalnych źródeł AMPs (np. hemolimfa oraz ekstrakty metanolowe hemolimfy gąsienic *Galleria mellonella*) z zastosowaniem różnych testów (np. metoda mikrodyfuzji radialnej, spektrofotometryczna, bioautografia). Wyznaczanie MIC, MBC i MFC substancji czynnych. Ocena aktywności przeciwdrobnoustrojowej oraz kinetyki działania syntetycznych peptydów przy użyciu barwników fluorescencyjnych.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Biofarmaceutyki produkowane w systemach ssaczych i roślinnych*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Biopharmaceuticals produced in mammalian and plant systems

Katedra/Katedry: *Katedra Genetyki i Mikrobiologii*

Koordinator: dr hab. Marta Palusińska-Szys, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład 15 (godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Biofarmaceutyki – definicja, budowa, procedury patentowania. Biofarmaceutyki stosowane w diagnostyce, profilaktyce i terapii. Rodzaje białek terapeutycznych, leki pierwszej generacji, leki biopodobne. Modyfikacje biofarmaceutyków (zmiana składu aminokwasów, zmiana komponenty

cukrowej, pegylowanie, białka fuzyjne). Produkcja rekombinowanego hormonu wzrostu, insuliny, erytropoetyny, interferonów, przeciwciał. Jadalne szczepionki roślinne. Zalety i problemy wytwarzania szczepionek w roślinach. Indukowalna produkcja biofarmaceutyków w roślinach. Znaczenie biofarmaceutyków w medycynie. Problematyka bezpieczeństwa stosowania biofarmaceutyków.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Biopolimery i biomateriały do zastosowań medycznych*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Biopolymers and biomaterials for medical applications

Katedra/Katedry: *Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej, Katedra Genetyki i Mikrobiologii, Katedra Anatomii Funkcjonalnej i Cytobiologii, Katedra Biochemii*

Koordinator: dr hab. Piotr Dobrowolski, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (16 godz.), laboratorium (20 godz.), konwersatorium (9 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Charakterystyka biomateriałów, wymagania stawiane biomateriałom, podział biomateriałów. Polimery naturalne (biopolimery), charakterystyka najczęściej stosowanych biopolimerów. Wpływ implantacji na reakcje tkankowe. Procesy na styku tkanka żywa – ciało obce. Strukturalna i fizjologiczna odpowiedź organizmu.

Konwersatorium: Żywe komórki i organizmy jako bioreaktory. Systemy kontrolowanego dostarczania leków. Produkcja biopreparatów terapeutycznych. Inżynieria genetyczna w optymalizacji produkcji i modyfikacji polimerów do zastosowań medycznych. Przykłady biomateriałów w medycynie. Badanie i testowanie biomateriałów. Zakażenia okołowszczepienne. Autografty, allografty, homografty i ksenografty w transplantologii. Autografty w regeneracji kości i chrząstki. Implanty kostne, sztuczna kość, protetyka. Druk 3D narządów i fragmentów narządów, hodowle tkankowe. Sztuczne narządy i interfejsy elektromechaniczne.

Laboratorium: Optymalizacja produkcji bakteryjnych egzopolisacharydów. Immobilizacja antybiotyku na żelatynowanej protezie naczyniowej. Techniki histologiczne, specjalistyczne barwienia różnicowe. Szlify i przekroje kostne. Mikroskop optyczny, analiza graficzna obrazu w ocenie regeneracji kości. Mikroskop sił atomowych, maszyna wytrzymałościowa, laboratorium sztucznej kości.

Moduł B: Człowiek – choroba – diagnostyka

Koordinator: dr hab. Małgorzata Marczak

Przedmioty wskazują praktyczne wykorzystanie wiedzy na temat enzymów oraz substancji toksycznych znajdujących się w otoczeniu człowieka (mutagenów, leków, składników kosmetyków) w diagnozowaniu oraz zapobieganiu chorobom u ludzi. Ponadto w module zawarte są informacje o zastosowaniu nowoczesnych metod z obszaru biotechnologii molekularnej do diagnostyki chorób genetycznych u człowieka i praktycznego wykorzystania analizy polimorfizmu genetycznego u ludzi.

Nazwa przedmiotu	Semestr	Wymiar godzin						ECTS
		Razem	WY	CA	LB	KW	SM	
Metody biochemiczne w diagnostyce medycznej*	5	30	15		15			3
Biotechnologiczne aspekty toksykologii w medycynie	5	30	10		20			2
Genetyka medyczna z elementami diagnostyki molekularnej*	6	45	30		15			4

Podstawy sądowej analizy DNA	6	15	15					1
------------------------------	---	----	----	--	--	--	--	---

Opisy przedmiotów

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Metody biochemiczne w diagnostyce medycznej*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Biochemical methods in medical diagnostics

Katedra/Katedry: *Biochemii i Biotechnologii*

Koordynator: dr hab. Monika Osińska-Jaroszuk, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (15 godz.), laboratorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Metody biochemiczne jako narzędzie określające stan zdrowia pacjenta. Poznanie warsztatu laboratoryjnego umożliwiającego wprowadzanie nowych metod diagnostycznych. Wiadomości z zakresu sposobów definiowania parametrów charakteryzujących wyniki badań laboratoryjnych. Zasady określania norm oraz zakresów referencyjnych uzyskanych danych. Poznanie sposobów interpretacji wyników badań laboratoryjnych: określenie pojęcia błędu analitycznego, wiarygodność wyniku badań. Nowoczesne metody analityczne stosowane przy monitorowaniu składu krwi, moczu, kału, płynu mózgowo-rdzeniowego. Poznanie technik stosowanych w diagnostyce laboratoryjnej: metody spektroskopowe, metody rozdzielcze, metody elektrochemiczne, nowoczesne metody immunologiczne, metody receptorowe oraz metody biologii molekularnej. Szybkie testy diagnostyczne.

Laboratorium: Poznanie zasad pracy podstawowego sprzętu analitycznego stosowanego w diagnostyce medycznej – kalibracja aparatury, wprowadzanie aplikacji wybranych metod diagnostycznych. Walidacja metod pomiarowych stosowanych w diagnostyce laboratoryjnej. Szybkie testy diagnostyczne. Wykonanie i prezentacja projektu z zakresu treści programowych przedmiotu; Zapoznanie z pracą diagnosty laboratoryjnego – wizyty studyjne w firmach z branży diagnostyki medycznej.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Biotechnologiczne aspekty toksykologii w medycynie

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Biotechnological aspects of toxicology in medicine

Katedra/Katedry: *Katedra Immunobiologii*

Koordynator: dr hab. Mariola Andrejko, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (10 godz.); laboratorium (20 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Genetyczne aspekty toksykologii (wrażliwość i odporność na trucizny, ocena mutagenności i rakotwórczości substancji). Dodatki do żywności: rodzaje, ocena toksykologiczna, wpływ na zdrowie człowieka. Toksykologia leków/kosmetyków: bezpieczeństwo mikrobiologiczne, metody badania czystości mikrobiologicznej. Endotoksyny i pirogeny w produktach farmaceutycznych. Lekooporność mikroorganizmów patogennych (CFU, MIC, lek bakteriostatyczny a bakteriobójczy). Organizmy genetycznie modyfikowane: biofarmaceutyki, zastosowanie transgenicznych zwierząt w biomedycynie, mikroorganizmy GM.

Laboratorium: Toksykometria – ocena toksyczności trucizn. Metody badania czystości mikrobiologicznej oraz możliwości technologiczne zmniejszenia skażenia żywności. Metody badania czystości mikrobiologicznej leków/kosmetyków. Wykrywanie endotoksyn i pirogenów w produktach farmaceutycznych (test Limulusa). Ocena lekooporności drobnoustrojów. Sposoby przeciwdziałania powstawaniu biofilmów.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Genetyka medyczna z elementami diagnostyki molekularnej*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Medical genetics with basics of molecular diagnostics

Katedra/Katedry: *Katedra Genetyki i Mikrobiologii*

Koordynator: dr hab. Małgorzata Marczak

Forma zajęć: wykład (30 godz.), laboratorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Podstawowe narzędzia stosowane w genetyce człowieka. Molekularne podłoże chorób monogenowych i mitochondrialnych. Podstawy obliczania ryzyka wystąpienia choroby. Kariotyp człowieka. Zaburzenia liczby i struktury chromosomów. Klasyczne i molekularne techniki cytogenetyczne w diagnostyce zespołów chromosomowych. Piętnowanie genomowe. Choroby epigenetyczne. Dziedziczenie wielogenowe. Choroby złożone ze zdefiniowanym komponentem genetycznym i środowiskowym. Badania bliźniąt, odziedziczalność. Badania asocjacyjne. Perspektywy indywidualizacji terapii w świetle badań genomowych. Spersonalizowana genetyka medyczna.

Laboratorium: Analiza przypadków klinicznych, rozwiązywanie problemów genetycznych. Polimorfizm genetyczny i zastosowania praktyczne technik wykrywania mutacji i polimorfizmów (identyfikacja osób, ustalanie pokrewieństwa, farmakogenetyka). Metody komputerowe w analizie sprzężeń i badaniach asocjacyjnych.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Podstawy sądowej analizy DNA

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Fundamentals of forensic DNA analysis

Katedra/Katedry: *Katedra Genetyki i Mikrobiologii*

Koordynator: dr hab. Małgorzata Marczak

Forma zajęć: wykład (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Polimorfizm DNA człowieka, markery genetyczne wykorzystywane w genetyce sądowej. Prawo Hardy'ego-Weinberga i podstawy genetyki populacyjnej. Podstawowe techniki analizy DNA. Proces analizy genetycznej w sprawach o ustalanie spornego ojcostwa. Badania genetyczne szczątków ludzkich. Analiza markerów genetycznych chromosomu Y i mitochondrialnego DNA – wykorzystanie w postępowaniu sądowym i antropologii. Predykcyjne testy genetyczne pozwalające na określenie cech fenotypowych (kolor włosów, oczu). Możliwości analizy pochodzenia etnicznego. Zjawiska biologiczne mające wpływ na wiarygodność badań DNA. Rejestry profili DNA.

Blok: Biotechnologia w rolnictwie i ochronie środowiska

Moduł A: Biotechnologia w ochronie środowiska

Koordynator modułu A: dr hab. Jolanta Jaroszuk-Ścisiel, prof. UMCS

Przedmioty zawarte w module umożliwią poznanie czynników stanowiących zagrożenie dla środowiska (związki organiczne i nieorganiczne) oraz możliwości rozpoznania tych zagrożeń. Studenci zapoznają się ze sposobami ich ilościowego oraz jakościowego oszacowania z zastosowaniem metod biologicznych i chemicznych, technologiami likwidacji odpadów i oczyszczania wód, bioremediacji gleb zanieczyszczonych ksenobiotykami i metalami oraz pozyskiwania metali na drodze bioługowania.

Nazwa przedmiotu	Semestr	Wymiar godzin						ECTS
		Razem	WY	CA	LB	KW	SM	
Biotechnologiczne aspekty toksykologii środowiska*	5	45			30	15		4
Praktikum monitorowania zanieczyszczeń środowiska*	5	15			15			1
Recykling odpadów	6	45			30	15		4
Mikroorganizmy w bioremediacji i biogórnictwie*	6	15				15		1

Opisy przedmiotów

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Biotechnologiczne aspekty toksykologii środowiska*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Biotechnological aspects of environmental toxicology

Katedra/Katedry: *Katedra Immunobiologii*

Koordynator: dr hab. Mariola Andrejko, prof. UMCS

Forma zajęć: laboratorium (30 godz.), konwersatorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium: Toksykometria: ilościowa ocena toksyczności ksenobiotyków, ocena średnich dawek efektywnych ED50 trucizn (LD50, LC50, LT50). Oznaczanie wybranych zanieczyszczeń w produktach spożywczych (np. azotany i azotyny) przy użyciu komercyjnych zestawów odczynników. Ksenobiotyki jako inhibitory aktywności enzymów (oznaczanie metodami spektrofotometrycznymi). Ocena toksyczności związków rozpuszczonych w wodzie na podstawie biotestów bakteryjnych.

Konwersatorium: Metody badania toksyczności ksenobiotyków. Toksyczność ostra i przewlekła. Testowanie substancji genotoksycznych, ocena mutagenności i rakotwórczości substancji. Ocena toksyczności związku na podstawie budowy chemicznej, zależność pomiędzy budową a aktywnością biologiczną. Losy zanieczyszczeń organicznych w ekosystemach. Eliminacja toksyn ze środowiska. Wykorzystanie organizmów żywych do eliminacji zanieczyszczeń. Dodatki do żywności: ocena toksykologiczna dodatków do żywności; naturalne substancje o potencjalnym działaniu toksycznym, mikrobiologiczne bezpieczeństwo środków spożywczych, metody badania czystości mikrobiologicznej; możliwości technologiczne zmniejszenia skażenia żywności. Toksyczność wybranych substancji pochodzenia roślinnego oraz pochodzenia zwierzęcego. Wybrane substancje chemiczne skażające środowisko terenów zurbanizowanych.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Praktikum monitorowania zanieczyszczeń środowiska*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Practicum of environmental pollution monitoring

Katedra/Katedry: *Katedra Genetyki i Mikrobiologii*

Koordynator: dr hab. Anna Turska-Szewczuk, prof. UMCS,

Forma zajęć: laboratorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium: 1. Analiza czystości mikrobiologicznej powietrza. 2. Badanie czystości mikrobiologicznej wody (miano coli, ogólna liczebność mikroorganizmów). 3. Izolacja wirusów bakteryjnych z wody ściekowej i gleby oraz określenie ich potencjału w ograniczaniu transmisji drobnoustrojów chorobotwórczych. 4.-5. Zastosowanie techniki chromatografii cieczowej wysokociśnieniowej HPLC do monitorowania skażeń ksenobiotykami/antybiotykami. (Zasady rozdziału chromatograficznego, wyposażenie (kolumny, detektorów) systemu HPLC, przygotowanie odczynników oraz próbek do analizy techniką HPLC, obsługa chromatografu HPLC i zapoznanie ze środowiskiem pracy oprogramowania (software LABsolution), wykonanie rozdziałów wzorców (ksenobiotyków/antybiotyków), wyznaczenie krzywej kalibracyjnej. Samodzielne wykonanie rozdziałów próbek (np. wody różnego pochodzenia), wykrycie zanieczyszczeń, określanie poziomu ich stężeń na podstawie krzywej kalibracyjnej, wykonanie analizy i interpretacji wyników).

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Recykling odpadów

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Waste recycling

Katedra/Katedry: *Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej, Katedra Biochemii i Biotechnologii*

Koordynator: dr hab. Małgorzata Majewska

Forma zajęć: konwersatorium (15 godz.), laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Konwersatorium: Mikrobiologiczna transformacja ligninocelulozy i jej produkty: związki chemiczne (np. kwasy organiczne, furfural, sorbitol, glicerol) oraz biomateriały (np. biopolimery, bioplastiki, biokompozyty, barwniki). Kompostowanie i fermentacja odpadów organicznych. Systemy wytwarzania biometanu i biowodoru metodami fermentacyjnymi. Technologie biologicznego oczyszczania ścieków komunalnych i przemysłowych.

Laboratorium: Wzrost mikroorganizmów na odpadach zawierających biomasę roślinną. Podatność substancji na rozkład biologiczny według norm OECD. Analiza dojrzałości kompostu. Ogólna liczebność mikroorganizmów zasiedlających kompost oraz izolacja drobnoustrojów termofilnych i mezofilnych. Obliczanie wartości kalorycznej biomasy. Określanie stanu czystości wód (miano coli, obecność mikroorganizmów utleniających Fe i Mn oraz ogólna liczebność mikroorganizmów). Obserwacje mikroskopowe osadu czynnego. Oznaczanie zawiesin i kinetyki ich osadzania. Degradacja farmaceutyków (np. bisfenolu A).

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Mikroorganizmy w bioremediacji i biogórnictwie*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Microorganisms in bioremediation and biomining

Katedra/Katedry: *Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej*

Koordynator: dr hab. Małgorzata Majewska

Forma zajęć: konwersatorium (15 godz.)**Treści przedmiotu:**

Konwersatorium: Wykorzystanie procesów biologicznych do eliminacji zanieczyszczeń organicznych (węglowodory, pestycydy, farmaceutyki) i nieorganicznych (metale) z gleby, wody i powietrza. Techniki i rodzaje zabiegów bioremediacyjnych prowadzonych *in situ* (metody naturalne i inżynieryjne, biostymulacja, bioaugmentacja, pump-and-treat, biofencing) i *ex situ* (przymywanie, ladfarming, metody bioreaktorowe). Fitoremediacja i metody jej wspomagania. Neutralizacja kwaśnych wód kopalnianych. Usuwanie zanieczyszczeń z wykorzystaniem biofiltrów. Mikrobiologiczne pozyskiwanie metali przemysłowo ważnych z rud kopalnianych i odpadów pchutniczych (biogórnictwo). Metody bioługowania metali z gleb zanieczyszczonych.

Moduł B: Biotechnologia w rolnictwie**Koordinator modułu B: dr hab. Jolanta Jaroszuk-Ścisęł, prof. UMCS**

Moduł zapozna z podstawowymi typami rolnictwa i uprawy roślin, zabiegami agrotechnicznymi, a także problematyką nawożenia i stymulacji wzrostu roślin, z zagrożeniami ze strony agrofagów, podstawami fitopatologii oraz środkami ochrony roślin ze szczególnym uwzględnieniem biologicznych metod i zastosowania biopreparatów w zrównoważonym rolnictwie. Studenci poznają mechanizmy działania biopreparatów oraz nauczą się metod ich tworzenia, wprowadzania oraz badania ich skuteczności.

Nazwa przedmiotu	Semestr	Wymiar godzin						ECTS
		Razem	WY	CA	LB	KW	SM	
Zrównoważone rolnictwo – wprowadzenie do agrobiologii	5	45			30	15		4
Podstawy fitopatologii roślin uprawnych*	5	15			15			1
Biopreparaty stosowane w rolnictwie*	6	45			30	15		4
Technologia przygotowania biopreparatów*	6	15			15			1

Opisy przedmiotów

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Zrównoważone rolnictwo – wprowadzenie do agrobiologii

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Sustainable agriculture – an introduction to agrobiolgy

Katedra/Katedry: *Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej, Katedra Genetyki i Mikrobiologii*

Koordinator: dr hab. Jolanta Jaroszuk-Ścisęł, prof. UMCS

Forma zajęć: konwersatorium (15 godz.), laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Konwersatorium: Typy rolnictwa (konwencjonalne, monokulturowe, ekologiczne) i zabiegi agrotechniczne. Uprawa roślin: typy użytków rolniczych, uprawy szklarniowe, hydroponiczne, polowe, podział roślin uprawnych (okopowe, zbożowe i energetyczne). Agrofagi i monitorowanie stanu zagrożenia, trójką chorobowy, taktyki ochrony roślin, Środki Ochrony Roślin (ŚOR), udział biopreparatów w rynku ŚOR, strategia zrównoważonej ochrony roślin (IPM), aspekty prawne testowania, rejestracji i użycia ŚOR. Nawozy mineralne i organiczne: nawożenie NPKS. Rola bionawozów i biostymulantów w IPM.

Laboratorium: Określanie zawartości w glebie kwasów huminowych i pierwiastków biogennych oraz form występowania N (azotany, azotyny, nitrozaminy), testowanie wpływu nawożenia i ŚOR na wzrost i rozwój roślin (uprawa fitotronowa, Fitoboxkit, parametry wzrostu łodyg i korzeni), monitorowanie oddziaływania nawozów i ŚOR na bioróżnorodność mikrobioty środowiska glebowego, ryzosfery i endosfery roślin.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Podstawy fitopatologii roślin uprawnych*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Fundamentals of crop plant phytopathology

Katedra/Katedry: *Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej, Katedra Botaniki, Mykologii i Ekologii*

Koordinator: dr hab. Jolanta Jaroszuk-Ścisła, prof. UMCS

Forma zajęć: laboratorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium: Wybrane działy fitopatologii (symptomatologia, etiologia i epidemiologia). Definicja i podział chorób, klasyfikacja symptomów chorobowych. Biotyczne czynniki chorobotwórcze (mikroorganizmy: bakterie i grzyby). Sposoby wnikania patogenów do roślin. Źródła infekcji roślin: czynniki infekcyjne, sposób rozprzestrzeniania i inokulacji, reizolacja i postulat Kocha. Struktury infekcyjne fitopatogenów grzybowych (appresorium, haustorium), zarodniki i owocniki wewnątrz i na powierzchni roślin. Systemy i struktury obronne roślin. Charakterystyka głównych grup fitopatogenów z królestwa Mycota (np. *Rhizoctonia*, *Fusarium*), Chromista (np. *Phytophthora infestans*) i Prokaryota (np. *Pseudomonas syringae*, *Agrobacterium*). Rozpoznawanie przedstawicieli wybranych grup fitopatogenicznych grzybów, symptomów chorobowych, struktur na powierzchni i w zainfekowanych organach. Szacowanie stopnia porażenia roślin, poziomu mykotoksyn, stopnia kolonizacji i liczebności fitopatogena (metody mikroskopowe i hodowlane).

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Biopreparaty stosowane w rolnictwie*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Biopreparations used in agriculture

Katedra/Katedry: *Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej, Katedra Genetyki i Mikrobiologii*

Koordinator: dr hab. Jerzy Wielbo, prof. UMCS

Forma zajęć: konwersatorium (15 godz.), laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Konwersatorium: Rodzaje biopreparatów nawożeniowych, stymulujących i kontrolnych stosowanych w rolnictwie i rośliny transgeniczne w ochronie przed agrofagami. Metody introdukcji i protekcji, mechanizmy oddziaływania na agrofagi. Mikroorganizmy epifityczne i endofityczne, symbionty np. diazotrofy i grzyby mykoryzowe, PGPR i PGPF (Plant Growth Promoting Bacteria/Fungi). Cechy/metabolity mikrobiologicznych składników biopreparatów rolniczych. Indukcja odporności roślin: egzo- i endoelicytory abiotyczne i biotyczne; typy, szlaki i substancje sygnałowe odporności, białka patogenezależne i ich alergenne właściwości. Rynek biopreparatów do zastosowań rolniczych/ogrodniczych i ograniczenia ich stosowania.

Laboratorium: Metody izolacji (z gleby, roślin), identyfikacji, określania przynależności taksonomicznej za pomocą różnych technik (morfologicznych, biochemicznych, fizjologicznych i analizy genetycznej – PCR i sekwencjonowania). Badania przesiewowe w kierunku pozyskania szczepów zdolnych do

udostępniania składników odżywczych, wytwarzania fitohormonów stymulujących wzrost roślin, ograniczania wzrostu agrofagów poprzez mechanizmy bezpośredniego oddziaływania i indukowania odporności roślin - wykrywanie markerów odporności. Mikrobiologiczne udostępnianie pierwiastków, synteza fitohormonów i regulacja fitohormonalna (deaminaza ACC).

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Technologia przygotowania biopreparatów*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Technology of preparation of biopreparations

Katedra/Katedry: Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej, Katedra Genetyki i Mikrobiologii

Koordinator: dr Ewa Ozimek

Forma zajęć: laboratorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Laboratorium: Dobór pożądanych cech i warunków selekcji w celu izolacji mikroorganizmów – potencjalnych składników biopreparatów. Materiały (pochodzenia naturalnego i produkty odpadowe przemysłu spożywczego) wykorzystywane jako nośniki do immobilizacji inokulum w biopreparatach (właściwości, koszt, dostępność). Składniki podłoż do namnażania i przechowywania wyselekcjonowanych mikroorganizmów, właściwości składnika aktywnego biopreparatu, zróżnicowane inokulum (komórki, zarodniki, biomasa) i sposoby szacowania liczebności inokulum. Biopreparaty zawierające metabolity, elicytory odporności. Technologie formułacji i techniki aplikacji biopreparatów rolniczych (na nasiona, siewki, rozsadę, dolistnie, doglebowo). Formułacja jako czynnik wpływający na efektywność preparatu, parametry świadczące o skuteczności preparatów stosowanych w rolnictwie oraz czynniki zmniejszające efektywność tych preparatów.

Blok: Biotechnologia w przemyśle

Moduł A: Biotechnologia w przemyśle farmaceutycznym i chemicznym

Koordinator modułu A: dr hab. Adrian Wiater, prof. UMCS

Moduł prezentuje zastosowanie mikroorganizmów oraz innych naturalnych katalizatorów do produkcji związków chemicznych wykorzystywanych w różnych gałęziach przemysłu. Substancje otrzymywane drogą biotechnologiczną znalazły zastosowanie, m. in. w kosmetologii, farmacji, medycynie, motoryzacji, a także w przemyśle ciężkim. Tematyka podejmowana w ramach modułu dotyczy również biotransformacji, czyli sposobów otrzymywania nowych związków, charakteryzujących się często szerokim spektrum aktywności biologicznych. Produkcja związków chemicznych drogą mikrobiologiczną oraz ich przetwarzanie, np. w opakowania biodegradowalne to tematyka, która wpisuje się w najnowsze dyrektywy Unii Europejskiej, dotyczące gospodarki o obiegu zamkniętym oraz wykorzystywania odnawialnych źródeł węgla.

Nazwa przedmiotu	Semestr	Wymiar godzin						ECTS
		Razem	WY	CA	LB	KW	SM	
Mikrobiologia przemysłowa w produkcji związków chemicznych*	5	45	15		30			4
Biotechnologia w kosmetologii	5	15	15					1
Procesy biotransformacji w produkcji kosmetyków i farmaceutyków*	6	45	15		30			4
Opakowania biodegradowalne	6	15				15		1

Opisy przedmiotów

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Mikrobiologia przemysłowa w produkcji związków chemicznych*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Industrial microbiology in the production of chemical compounds

Katedra/Katedry: *Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej*

Koordinator: dr hab. Adrian Wiater, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (15 godz.), laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Wykorzystanie różnych grup mikroorganizmów do produkcji związków chemicznych. Biosyntezy drożdżowe: produkcja alkoholi, tłuszczów, witamin i estrów. Mikrobiologiczna produkcja bioetanolu i biobutanolu jako alternatywy dla paliw kopalnych. Biosyntezy bakteryjne: fermentacja octowa, mlekowa, masłowa i acetonowo-butanolowa. Produkcja kauczuku syntetycznego. Biosyntezy z udziałem grzybów strzępkowych i promieniowców: fermentacja cytrynowa, glukonowa i fumarowa oraz produkcja antybiotyków. Wykorzystanie enzymów i polimerów pochodzenia mikrobiologicznego w przemyśle farmaceutycznym, papierniczym, skórzanym, włókienniczym oraz kosmetykach i środkach piorących. Inne kierunki technicznego wykorzystania drobnoustrojów: produkcja rozpuszczalników, pigmentów, aminokwasów, witamin, karotenoidów i związków steroidowych.

Laboratorium: Samodzielnie wykonywane eksperymenty ilustrujące zagadnienia związane z wykorzystaniem drobnoustrojów do produkcji związków chemicznych.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Biotechnologia w kosmetologii

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Biotechnology in cosmetology

Katedra/Katedry: *Katedra Biochemii i Biotechnologii*

Koordinator: dr Renata Banczerz

Forma zajęć: wykład (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Budowa, biologia i funkcje skóry. Przenikanie składników czynnych kosmetyków przez skórę. Absorpcja skórna. Metody przezskórnego dostarczania substancji aktywnych: promotory wchłaniania, liposomy i nanocząsteczki jako systemy transportujące substancje aktywne w skórze. Metody biotechnologiczne otrzymywania substancji biologicznie czynnych stosowanych w kosmetykach - otrzymywanie kwasów organicznych (kwasy owocowe), witamin, aminokwasów, enzymów. Technologie prowadzące do otrzymywania bioproduktów: polisacharydów, peptydów biomimetycznych, ceramidów, emolientów. Roślinne metabolity wtórne w kosmetykach. Bezpieczne opalanie - filtry UV, substancje samoopalające. Antyoksydanty. Zastosowanie modeli sztucznej skóry do oceny bezpieczeństwa preparatów kosmetycznych nowej generacji. Efekty niepożądane wywołane przez kosmetyki: alergie kontaktowe i podrażnienia skóry, pokrzywka kontaktowa, odczyny fototoksyczne i fotoalergiczne. Zespół nietolerancji kosmetyków.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Procesy biotransformacji w produkcji kosmetyków i farmaceutyków*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Biotransformations for the production of cosmetics and pharmaceuticals

Katedra/Katedry: *Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej*

Koordinator: dr hab. Mariusz Trytek, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (15 godz.), laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Charakterystyka procesów biotransformacji – specyficzność substratowa, regioselektywność, stereospecyficzność, enancjoselektywność. Reakcje enzymatyczne istotne w przemyśle kosmetycznym i farmaceutycznym. Przegląd źródeł biokatalizatorów. Selekcja, projektowanie, otrzymywanie i doskonalenie biokatalizatorów. Wyposażenie laboratoriów badawczych dla przeprowadzenia biotransformacji. Opracowanie procesu biotransformacji wraz z analizą wydajności, oczyszczaniem i izolacją produktów. Sposoby prowadzenia procesów biotransformacji. Zastosowanie biotransformacji w otrzymywaniu leków steroidowych, antybiotyków, antyutleniaczy i innych produktów o działaniu terapeutycznym. Otrzymywanie syntonów i biologicznie aktywnych komponentów produktów kosmetycznych (np. polifenole, terpeny, witaminy).

Laboratorium: Wykonywanie ćwiczeń i eksperymentów ilustrujących zagadnienia dotyczące zastosowania procesów biotransformacji w produkcji kosmetyków i farmaceutyków.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Opakowania biodegradowalne

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Biodegradable packaging

Katedra/Katedry: *Katedra Biochemii i Biotechnologii*

Koordinator: dr Justyna Sulej

Forma zajęć: konwersatorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Konwersatorium: Podział, klasyfikacja i funkcje opakowań. Właściwości podstawowych materiałów wykorzystywanych w procesie pakowania żywności. Nowoczesne trendy w pakowaniu produktów spożywczych (opakowania biodegradowalne, aktywne i inteligentne) oraz perspektywy dla biodegradowalnych polimerów pochodzenia biologicznego. Podział i charakterystyka biopolimerów oraz biomateriałów polimerowych stosowanych do wytwarzania opakowań biodegradowalnych: tworzywa na bazie celulozy, polikwasu mlekowego (PLA), skrobi ziemniaczanej, PHA (PHB, PHBV, itp.), poliestrów alifatyczno-aromatycznych oraz ligniny. Właściwości materiałów ulegających biodegradacji wykorzystywanych w procesie pakowania żywności oraz metody poprawiające funkcjonalność materiałów biodegradowalnych. Charakterystyka i właściwości polimerów stosowanych do produkcji folii jadalnych tj. karagen, pektyny, chitosan, chityna, skrobia, białka roślinne, białka mleka, żelatyna, kolagen.

Moduł B: Biotechnologia w przemyśle spożywczym/Biotechnologia w produkcji żywności

Koordinator: dr hab. Adrian Wiater, prof. UMCS

Moduł w sposób kompleksowy prezentuje wykorzystanie mikroorganizmów do produkcji żywności, począwszy od starożytności, kiedy człowiek wykorzystywał je w sposób nieświadomy, po najnowsze badania prowadzone w obszarze nutrigenomiki. Zagadnienia omawiane w ramach przedmiotów, to zarówno produkcja żywności konwencjonalnej, jak i nowe trendy w produkcji tzw. żywności funkcjonalnej, a także innych innowacyjnych produktów spożywczych. W ramach Modułu poruszane będą również kwestie związane z prozdrowotnym oddziaływaniem żywności i jej wykorzystaniem w profilaktyce wielu chorób cywilizacyjnych.

Nazwa przedmiotu	Semestr	Wymiar godzin						ECTS
		Razem	WY	CA	LB	KW	SM	
Mikrobiologia przemysłu spożywczego*	5	45	15		30			4
Podstawy nutrigenomiki	5	15	15					1
Innowacje biotechnologiczne w produkcji żywności*	6	45	15		30			4
Prozdrowotne aspekty żywności funkcjonalnej*	6	15				15		1

Opisy przedmiotów

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Mikrobiologia przemysłu spożywczego*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Food industry microbiology

Katedra/Katedry: *Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej*

Koordinator: dr hab. Adrian Wiater, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (15 godz.), laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Wykorzystanie różnych grup mikroorganizmów w przemyśle spożywczym. Historia wytwarzania produktów spożywczych pochodzenia mikrobiologicznego. Biosyntezy drożdżowe: gorzelnictwo, browarnictwo, winiarstwo, produkcja drożdży piekarskich i białka SCP. Mikrobiologiczna produkcja napojów alkoholowych. Mikrobiologiczna produkcja i charakterystyka octu oraz mlecznych napojów fermentowanych. Wykorzystanie bakterii fermentacji mlekowej w serowarstwie, maślarstwie i kwaszarnictwie. Biosyntezy z udziałem grzybów strzępkowych: fermentacja cytrynowa, glukonowa, fumarowa, mlekowa oraz jabłkowa. Orientalne produkty fermentowane. Inne kierunki technicznego wykorzystania drobnoustrojów w przemyśle spożywczym: fermentacja mięsa; synteza aminokwasów, witamin, karotenoidów, białka jadalnego, tłuszczu i kwasów tłuszczowych omega-3 i 6 oraz proces koji.

Laboratorium: Samodzielnie wykonywane eksperymenty ilustrujące zagadnienia związane z wykorzystaniem drobnoustrojów do produkcji żywności.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Podstawy nutrigenomiki

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Fundamentals of nutrigenomics

Katedra/Katedry: *Katedra Biochemii i Biotechnologii*

Koordinator: dr Justyna Sulej

Forma zajęć: wykład (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Podstawowe pojęcia i definicje związane z nutrigenomiką (nutrigenetyka, genomika, transkryptomika, proteomika, metabolomika, epigenetyka, polimorfizm). Dogmaty, ograniczenia i główne kierunki badań prowadzonych w obszarze nutrigenomiki. Podstawowe narzędzia i metody stosowane w badaniach nutrigenomicznych. Nutrigenomika w różnych stanach fizjologicznych. Zróżnicowanie genetyczne populacji (polimorfizmy genetyczne: MTHFR, APOA, LIPC). Biomarkery stosowane w badaniach genetyczno-żywnościowych. Wpływ składników diety na ekspresję genów (makro i mikroskładniki pokarmowe w regulacji ekspresji genów). Składniki żywności tradycyjnej oraz funkcjonalnej wpływające na mechanizmy epigenetyczne. Nutraceutyki i żywność funkcjonalna jako aktywne modyfikatory ekspresji genetycznej. Zastosowania nutrigenomiki: profilaktyka chorób cywilizacyjnych i towarzyszących procesowi starzenia się. Żywność spersonalizowana – przyszłość nutrigenomiki.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Innowacje biotechnologiczne w produkcji żywności*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Biotechnological innovations in food production

Katedra/Katedry: *Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej*

Koordinator: dr hab. Mariusz Trytek, prof. UMCS

Forma zajęć: wykład (15 godz.), laboratorium (30 godz.)

Treści przedmiotu:

Wykład: Najnowsze trendy w biotechnologicznej produkcji żywności: bezlaktozowe produkty mleczne, fermentowane napoje mleczne IV generacji, nowoczesne rozwiązania biotechnologiczne w serowarstwie, produkcja napojów nisko- i bezalkoholowych; produkcja żywności bezglutenowej i żywności o niskim indeksie glikemicznym; produkcja białek pochodzących z mikroorganizmów, żywność fortyfikowana, biotechnologiczne wytwarzanie dodatków do żywności (np. witaminy, substancje odżywcze i związki smakowo-zapachowe). Nowoczesne metody utrwalania i zwiększania jakości żywności. Wytwarzanie produktów mięsnych metodami biotechnologicznymi (kultury tkankowe in vitro). Produkty biotechnologiczne dla przemysłu piekarskiego. Niekonwencjonalne sposoby biotechnologicznej obróbki żywności. Nowe technologie wytwarzania tworzyw biodegradowalnych z produktów pochodzenia mikrobiologicznego.

Laboratorium: Praktyczne zapoznanie z zagadnieniami omawianymi na wykładzie. Samodzielne wykonywanie ćwiczeń i eksperymentów związanych z biotechnologiczną produkcją żywności.

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Prozdrowotne aspekty żywności funkcjonalnej*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Health-promoting aspects of functional foods

Katedra/Katedry: *Katedra Biochemii i Biotechnologii, Katedra Immunobiologii*

Koordinator: dr Justyna Sulej

Forma zajęć: konwersatorium (15 godz.)

Treści przedmiotu:

Konwersatorium: Definicje, klasyfikacja oraz rodzaje żywności funkcjonalnej. Żywność funkcjonalna pochodzenia mikrobiologicznego, roślinnego oraz zwierzęcego. Aspekty prawne dotyczące stosowania żywności funkcjonalnej. Charakterystyka bioaktywnych składników żywności funkcjonalnej, odpowiadających za jej właściwości zdrowotne: oligosacharydy, poliole, cholina, lecytyna, stanole i sterole, prebiotyki, probiotyki, synbiotyki, psychobiotyki, błonnik komórkowy, aminokwasy i peptydy, NNKT, witaminy i składniki mineralne. Grzyb jako żywność funkcjonalna, właściwości prozdrowotne grzybów i substancji bioaktywnych pochodzenia grzybowego. Prozdrowotne właściwości produktów pszczelich: miodu, pyłku pszczelego, pierzgi, mlecza pszczelego, wosku oraz propolisu. Właściwości antyoksydacyjne i prebiotyczne produktów pszczelich. Wpływ produktów pszczelich na układ odpornościowy, pokarmowy, nerwowy, krążenia. Właściwości kosmetyków, maści i substancji leczniczych wyprodukowanych na bazie produktów pszczelich.