



Sylabus na rok akademicki: 2021/2022													
Cykl kształcenia: 2021/2022 - 2026/2027													
Opis przedmiotu kształcenia													
Nazwa przedmiotu	Biochemia z elementami chemii (1) Biochemistry with elements of chemistry (1)						Grupa szczegółowych efektów uczenia się						
							Grupa zajęć (kod grupy)	Nazwa grupy					
							B	Naukowe podstawy medycyny					
Wydział	Wydział Lekarski												
Kierunek studiów	Lekarski												
Poziom studiów	<input checked="" type="checkbox"/> jednolite magisterskie <input type="checkbox"/> I stopnia <input type="checkbox"/> II stopnia <input type="checkbox"/> III stopnia <input type="checkbox"/> podyplomowe												
Forma studiów	<input checked="" type="checkbox"/> stacjonarne <input checked="" type="checkbox"/> niestacjonarne												
Rok studiów	I						Semestr studiów:	<input checked="" type="checkbox"/> zimowy <input checked="" type="checkbox"/> letni					
Typ przedmiotu	<input checked="" type="checkbox"/> obowiązkowy <input type="checkbox"/> ograniczonego wyboru <input type="checkbox"/> wolnego wyboru/ fakultatywny												
Język wykładowy	<input checked="" type="checkbox"/> polski <input type="checkbox"/> angielski												
Liczba godzin													
Forma kształcenia													
	Wykłady (WY)	Seminaria (SE)	Ćwiczenia audytorne (CA)	Ćwiczenia kierunkowe - niekliniczne (CN)	Ćwiczenia kliniczne (CK)	Ćwiczenia laboratoryjne (CL)	Ćwiczenia w warunkach symulowanych (CS)	Zajęcia praktyczne przy pacjencie (PP)	Lektoraty (LE)	Zajęcia wychowania fizycznego (WF)	Praktyki zawodowe (PZ)	Samokształcenie kierowane (SK)	E-learning (EL)
<b>Semestr zimowy:</b>													
Katedra Biochemii i Immunochemii													
Kształcenie bezpośrednie <sup>1</sup>						27							
Kształcenie zdalne <sup>2</sup>	13												
<b>Semestr letni:</b>													
Katedra Biochemii i Immunochemii													
Kształcenie bezpośrednie		10				40							
Kształcenie zdalne	10												

<sup>1</sup> Kształcenie prowadzone z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup> Kształcenie z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość

Razem w roku:												
Katedra Biochemii i Immunochemii												
Kształcenie bezpośrednie			10				67					
Kształcenie zdalne		23										
Cele kształcenia: (max. 6 pozycji)												
<p><b>C1.</b> Wyposażenie studenta w wiedzę na temat budowy, właściwości, funkcji i przemian metabolicznych podstawowych grup związków w normie i patologii.</p> <p><b>C2.</b> Nabycie umiejętności wykonania obliczeń biochemicznych oraz interpretacji wyników uzyskanych w efekcie przeprowadzonych doświadczeń.</p> <p><b>C3.</b> Zapoznanie studentów z podstawowymi technikami badawczymi stosowanymi w badaniach biomedycznych.</p> <p><b>C4.</b> Stworzenie fundamentów biochemicznych ułatwiających studentowi pogłębione zrozumienie mechanizmów molekularnych stojących u podłoża wielu schorzeń, ważnych w kolejnych etapach edukacji medycznej i w przyszłej pracy zawodowej lekarza oraz wdrożenie nawyków ciągłego uzupełniania i pogłębiania swojej wiedzy metodą samokształcenia.</p> <p><b>C5.</b> Kształtowanie postaw promujących rzetelność naukową poprzez podkreślenie wagi dokładności i powtarzalności pomiarów laboratoryjnych oraz staranności obliczeń biochemicznych oraz rozwijanie sprawności i precyzji manualnych jako uzdolnień i umiejętności niezbędnych zarówno podczas pracy w studenckim laboratorium, jak i przyszłej pracy zawodowej lekarza.</p> <p><b>C6.</b> Kształtowanie kompetencji społecznych, potrzebnych do wykonywania zawodu lekarza, zgodnie z sylwetką absolwenta.</p>												
Efekty uczenia się dla przedmiotu w odniesieniu do metod weryfikacji zamierzonych efektów uczenia się oraz formy realizacji zajęć:												
Numer szczegółowego efektu uczenia się	Student, który zaliczy przedmiot wie/umie/potrafi	Metody weryfikacji osiągnięcia zamierzonych efektów uczenia się	Forma zajęć dydaktycznych * wpisz symbol									
B.W.1	Zna i rozumie gospodarkę wodno-elektrolitową w układach biologicznych.	Egzaminy pisemne w formie testów MCQ, MRQ, wyboru TAK/NIE, dopasowania odpowiedzi, z pytaniami otwartymi  Egzaminy ustne standaryzowane ukierunkowane na sprawdzenie wiedzy na poziomie zrozumienia, analizy, syntezy, rozwiązywania problemów.  Sprawdziany pisemne w formie esejów, raportów,	WY, SE, CL									
B.W.2	Zna i rozumie równowagę kwasowo-zasadową i mechanizm działania buforów oraz ich znaczenie w homeostazie ustrojowej.		WY, SE, CL									
B.W.3	Zna i rozumie pojęcia: rozpuszczalność, ciśnienie osmotyczne, izotonia, roztwory koloidalne i równowaga Gibbsa-Donnana		WY, SE, CL									
B.W.4	Zna podstawowe reakcje związków nieorganicznych i organicznych w roztworach wodnych		WY, SE, CL									
B.W.10	Zna budowę prostych związków organicznych wchodzących w skład makrocząsteczek obecnych w komórkach, macierzy zewnątrzkomórkowej i płynów ustrojowych		WY, SE, CL									
B.W.11	Zna budowę lipidów i polisacharydów oraz ich funkcje w strukturach komórkowych i pozakomórkowych		WY, SE, CL									
B.W.12	Zna struktury I-, II-, III- i IV-rzędową białek oraz modyfikacje potranslacyjne i funkcjonalne białka oraz ich znaczenie		WY, SE, CL									
B.W.13	Zna funkcje nukleotydów w komórce, struktury I- i II-rzędową DNA i RNA oraz strukturę chromatyny		WY, SE, CL									
B.W.14	Zna i rozumie funkcje genomu, transkryptomu i proteomu człowieka oraz podstawowe metody stosowane w ich badaniu, procesy replikacji, naprawy i rekombinacji DNA, transkrypcji i translacji oraz degradacji DNA, RNA i białek, a także koncepcję regulacji ekspresji genów		WY, SE, CL									
B.W.15	Zna podstawowe szlaki kataboliczne i anaboliczne, sposoby ich regulacji oraz wpływ na nie czynników genetycznych i środowiskowych		WY, SE, CL									
B.W.16	Zna profile metaboliczne podstawowych narządów i układów		WY, SE, CL									
B.W.17	Zna sposoby komunikacji między komórkami i między komórką a macierzą zewnątrzkomórkową oraz szlaki przekazywania sygnałów w komórce, a także przykłady zaburzeń w tych procesach prowadzące do rozwoju nowotworów i innych chorób		WY, SE, CL									
B.W.18	Zna i rozumie procesy: cykl komórkowy, proliferacja, różnicowanie i starzenie		WY, SE, CL									

	się komórek, apoptoza i nekroza oraz ich znaczenie dla funkcjonowania organizmu	krótkich strukturyzowanych pytań.	
B.W.20	Zna i rozumie podstawy pobudzenia i przewodzenia w układzie nerwowym oraz wyższe czynności nerwowe, a także fizjologię mięśni prądkowanych i gładkich oraz funkcje krwi		WY, SE, CL
B.W.23	Zna i rozumie mechanizm starzenia się organizmu		WY, SE, CL
B.W.25	Zna i rozumie związek między czynnikami zaburzającymi stan równowagi procesów biologicznych a zmianami fizjologicznymi i patofizjologicznymi		WY, SE, CL
B.W.29	Zna i rozumie zasady prowadzenia badań naukowych, obserwacyjnych i doświadczalnych oraz badań in vitro, służących rozwojowi medycyny		WY, SE, CL
B.U.3	Potrafi obliczać stężenia molowe i procentowe związków oraz stężenia substancji w roztworach izoosmotycznych, jedno- i wieloskładnikowych	Bezpośrednia obserwacja i ocena sprawności manualnej studenta, jego umiejętności rozwiązywania zadań problemowych i umiejętności przygotowania i prezentacji wybranych zagadnień naukowych.	CL
B.U.4	Potrafi obliczać rozpuszczalność związków nieorganicznych, określać chemiczne podłoże rozpuszczalności związków organicznych lub jej braku oraz jej praktyczne znaczenie dla diety i terapii		CL
B.U.5	Potrafi określać pH roztworu i wpływ zmian pH na związki nieorganiczne i organiczne		CL
B.U.6	Potrafi przewidywać kierunek procesów biochemicznych w zależności od stanu energetycznego komórek		CL
B.U.8	Potrafi posługiwać się podstawowymi technikami laboratoryjnymi, takimi jak analiza jakościowa, miareczkowanie, kolorymetria, pH-metria, chromatografia, elektroforeza białek i kwasów nukleinowych		CL
B.U.9	Potrafi obsługiwać proste przyrządy pomiarowe i oceniać dokładność wykonywanych pomiarów.		CL
B.U.10	Potrafi korzystać z baz danych, w tym internetowych, i wyszukiwać potrzebne informacje za pomocą dostępnych narzędzi.		SE
B.U.13	Potrafi planować i wykonywać proste badania naukowe oraz interpretować ich wyniki i wyciągać wnioski.		CL

\* WY - wykład; SE - seminarium; CA - ćwiczenia audytoryjne; CN - ćwiczenia kierunkowe-niekliniczne; CK - ćwiczenia kliniczne; CL - ćwiczenia laboratoryjne; CS - ćwiczenia w warunkach symulowanych; PP - zajęcia praktyczne przy pacjencie; LE - lektoraty, WF - zajęcia wychowania fizycznego; PZ - praktyki zawodowe; SK - samokształcenie kierowane, EL - E-learning

#### Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS):

Forma nakładu pracy studenta (udział w zajęciach, aktywność, przygotowanie itp.)	Obciążenie studenta
1. Godziny w kontakcie bezpośrednim:	100
2. Godziny w kształceniu zdalnym:	23
3. Godziny indywidualnej pracy własnej studenta:	54,3
4. Godziny samokształcenia kierowanego:	n/d
Sumaryczny nakład pracy studenta:	154,3
Punkty ECTS za przedmiot:	7,0

Treść zajęć: (proszę wpisać hasłowo tematykę poszczególnych zajęć z podziałem na formę zajęć dydaktycznych, pamiętając, aby przekładała się ona na zamierzone efekty uczenia się)

#### Wykłady

##### 1. RÓWNOWAGA KWASOWO-ZASADOWA ORGANIZMU I UKŁADY BUFOROWE (1x45 min)

Mechanizm działania układów buforowych. Równowaga kwasowo-zasadowa w ludzkim organizmie. Bufor wodorowęglanowy, kwasica i alkalozja. Bufor hemoglobinianowy – wspomaganie wymiany gazowej w płucach i tkankach obwodowych. Białka globularne jako bufony. Bufor fosforanowy – wspomaganie resorpcji zwrotnej w nerce.

##### 2. WĘGLOWODANY (1x45 min)

Właściwości i klasyfikacja cukrowców. Polisacharydy jako błonnik pokarmowy – znaczenie ich struktury dla zdrowego mikrobiomu. Oligosacharydy mleka kobiecego i ich znaczenie immunomodulacyjne. Heparyna i kwas hialuronowy – przykłady funkcjonalnych glikoaminoglikanów. Glukuronidy w procesie detoksykacji. Glikozydy nasercowe – struktura.

##### 3 i 4. LIPIDY I ZWIĄZKI LIPOPODOBNE (2x45 min)

Właściwości lipidów zapasowych oraz budujących błony biologiczne. Znaczenie nienasyconych kwasów tłuszczowych i cholesterolu dla płynności błon i tworzenia tratw lipidowych. Pochodne cholesterolu: hormony steroidowe, amfipatyczny charakter kwasów żółciowych. Immunomodulacyjne eikozanoidy (prostaglandyny, leukotrieny, tromboksany i prostacykliny). Lipidowe przekazy wtórne (DAG, IP3, ceramid).

##### 5. PRZYKŁADY ZWIĄZKÓW HETEROCYKLIKALNYCH (1x45 min)

Tautomeria zasad azotowych jako mechanizm mutacji punktowych. Porfiryny: hem, barwniki żółciowe. Przykłady witamin i koenzymów. Nukleotydy – rola w energetyce komórki, przekazywaniu sygnałów i metabolizmie.

#### **6. AMINOKWASY: SUBSTRATY DLA PRODUKCJI BIAŁKA (1x45 min)**

Przegląd aminokwasów białkowych, właściwości jonowe, znaczenie struktury łańcuchów bocznych dla właściwości białka. Aminokwasy niebiałkowe: GABA, tauryna, aminokwasy cyklu mocznikowego. Aminy biogenne jako związki biologicznie czynne: histamina, katecholaminy, serotonina, melatonina, putrescyna, spermina, spermidyna, kadaweryna.

#### **7 i 8. PEPTYDY I BIAŁKA – cz. I (2x45min)**

Wiązanie peptydowe i struktura I-rzędowa białka. Peptydy biologicznie czynne: glutation i hormony peptydowe – tyreoliberyna, oksytocyna, wazopresyna, insulina, glukagon, angiotensyny I i II. Enkefaliny i endorfiny. Struktura II- i III-rzędowa białka – oddziaływania stabilizujące, architektura cząsteczek. Struktura IV-rzędowa białka na przykładzie hemoglobiny – efekt Bohra. Hemoglobinopatie. Właściwości fizykochemiczne i rola białek globularnych (hemoglobina, mioglobina, białka surowicy, przeciwciała, czynniki wzrostowe i cytokiny). Hormony białkowe (leptyna, adiponektyna, hormon wzrostu). Probiałka (prointerleukiny, angiotensynogen, proinsulina, proopiomelanokortyna).

#### **9 i 10. BIAŁKA – cz. II (2x45 min)**

Białka włóknkowe (fibrylarne) i struktura macierzy zewnątrzkomórkowej. Kolagen, keratyna, elastyna – powiązanie struktury z funkcją. Białka membranowe integralne i peryferyjne. Sposoby kotwiczenia w błonie, powiązanie struktury z funkcją, komunikacja komórki z zewnętrznym środowiskiem. Modyfikacje potranslacyjne białka – od translacji do funkcjonalnej cząsteczki. Kontrola jakości w procesie syntezy białka: czaperony, kontrola jakości fałdowania, choroby konformacyjne białka (choroba Alzheimera, Parkinsona, Huntingtona, prionozy).

#### **11. GLIKOKONIUGATY (1x45 min)**

Glikoproteiny i gangliozydy – rola w komunikacji międzykomórkowej. Antygeny grupowe krwi. Wycinanie leukocytów w procesie zapalnym jako przykład regulacyjnej interakcji białko – cukier. Wrodzone niedobory glikozylacji – zaburzenia rozwoju psychomotorycznego. Glikoaminoglikany i proteoglikany – struktura i funkcja macierzy zewnątrzkomórkowej. Udział proteoglikanów w przekazywaniu sygnałów biologicznych. Glikokoniugaty bakteryjne: peptydoglikan i lipopolisacharydy a inwazyjność szczepów.

#### **12 i 13. ZNACZENIE ENZYMÓW W UTRZYMANIU HOMEOSTAZY ORAZ W PRAKTYCE KLINICZNEJ (2x45 min)**

Enzymy jako regulatory metabolizmu. Leki jako czynniki modulujące aktywność enzymatyczną. Enzymy jako markery chorób. Enzymy jako cele terapeutyczne, leki i w terapii genowej. Wielofunkcyjność enzymów.

#### **14. METABOLIZM INFORMACJI (1x45 min)**

Kaskada sygnałowa (ligand–receptor–białka adaptorowe–wtórne przekaźniki–kinazy tyrozynowo-treoninowe i serynowe–czynniki transkrypcyjne). Kinazy białkowe jako cele terapeutyczne. Zróżnicowanie biochemiczne odpowiedzi na stres komórkowy (autofagia, apoptoza, nekroza).

#### **15 - 21. PRZEMIANY LIPIDÓW I WĘGLOWODANÓW – ROLA W PATOGENEZIE CHORÓB KARDIOMETABOLICZNYCH**

##### **15 i 16. METABOLIZM LIPIDÓW (2x45 min)**

Trawienie, wchłanianie i transport lipidów we krwi oraz przez błonę komórkową - rola lipoprotein osocza i białek wiążących kwasy tłuszczowe (FABP). Katabolizm lipidów jako źródło energii. Lipidy jako materiał zapasowy. Ekstremalny rozkład tłuszczu - niealkoholowe stłuszczenie wątroby, lipotoksyczność jako przyczyna uszkodzeń nerek, serca i mięśni szkieletowych. Tkanka tłuszczowa jako organ endokryny. Leptynooporność. Kontrola metabolizmu lipidów przez receptory PPAR – potencjał farmakologiczny w leczeniu otyłości, cukrzycy, stanu zapalnego, chorób neurodegeneracyjnych. Ciała ketonowe jako alternatywne źródło energii i manifestacja kliniczna cukrzycy typu 1. Biosynteza cholesterolu i znaczenie biomedyczne (witamina D, hormony steroidowe, kwasy żółciowe). Rola cyklooksygenazy (COX) i jej inhibitorów (niesteroidowych leków przeciwzapalnych) w metabolizmie eikozanoidów. Rola dyslipidemii i znaczenie lipoprotein w patogenezie chorób sercowo-naczyniowych.

##### **17 i 18 i 19. METABOLIZM WĘGLOWODANÓW (3x45 min)**

Trawienie, wchłanianie i transport węglowodanów -transportery glukozy jako cele terapeutyczne. Główne szlaki przemian glukozy - zaburzenia. Niedobór dehydrogenazy glukozo-6-fosforanu (G6PD) jako najczęstsza enzymopatia – implikacje farmakologiczne. Znaczenie szlaku poliowego w patogenezie powikłań cukrzycy. Synteza aminocukrów – związek remodelingu macierzy zewnątrzkomórkowej z niewydolnością serca. Losy pirogronianu i metabolizm etanolu (zespół fermentacji jelitowej; rola polimorfizmu dehydrogenazy alkoholowej i aldehydowej oraz wpływ leków na szybkość detoksykacji etanolu). Przemiany izomerów glukozy – znaczenie biomedyczne (fruktozemia i galaktozemia; rola fruktozy w hiperurykemii i nadciśnieniu tętniczym oraz nowotworzeniu). Zróżnicowanie tkankowe metabolizmu

węglowodanów.

#### 20 i 21. ZABURZENIA PRZEMIAN LIPIDÓW I WĘGLOWODANÓW – CHOROBY KARDIOMETABOLICZNE (2x45 min)

Integracja hormonalna metabolizmu lipidów i węglowodanów (insulina, glukagon, epinefryna, kortyzol, prolaktyna, hormon wzrostu, hormony tarczycy, leptyna, adiponektyna). Cykl stan sytości – stan głodzenia. Podłoże molekularne otyłości, insulinooporności, cukrzycy i zespołu metabolicznego. Zaburzenia metaboliczne jako czynniki ryzyka chorób sercowo-naczyniowych. Aspekt biochemiczny działania leków regulujących gospodarkę lipidowo-węglowodanową.

#### 22 i 23. ENERGETYKA KOMÓRKI, UTLENIANIA BIOLOGICZNE I STRES OKSYDACYJNY (2x45 min)

Losy końcowych produktów przemiany lipidów i węglowodanów w aspekcie uzyskiwania energii. Porównanie zysków energetycznych z całkowitego spalania kwasów tłuszczowych i glukozy – dlaczego komórki nowotworowe preferują glukozę? Transport równoważników redukujących między cytozolem a mitochondrium. Łańcuch oddechowy i synteza ATP – łańcuch oddechowy jako główne źródło wolnych rodników. Antybiotyki, salicylany i trucizny jako inhibitory lub rozpręgacze łańcucha oddechowego. Utlenianie mikrosomalne. Reaktywne formy tlenu i azotu. Obrona antyoksydacyjna organizmu. Stres oksydacyjny w starzeniu się organizmu oraz jako molekularne podłoże chorób na przykładzie zapalenia stawów, nieswoistych zapaleń jelit, uszkodzenia reperfuzyjnego po niedokrwieniu, miażdżycy, nowotworów i niewydolności narządów wywołanej sepsą.

### Seminaria

#### 1. SEMINARIUM I

Zajęcia organizacyjne. Wprowadzenie do biochemii. Parametry kinetyczne reakcji enzymatycznej – wyznaczanie  $K_m$  i  $V_{max}$ ; przykłady i zastosowanie biomedyczne. Wpływ warunków środowiska na szybkość reakcji enzymatycznej (pH, temp, stęż. enzymu). Typy inhibicji – znaczenie biomedyczne inhibitorów.

#### 2. SEMINARIUM II

Enzymy allosteryczne. Izoenzymy – znaczenie diagnostyczne. Proenzymy – rola w zapobieganiu samostrawieniu tkanek na przykładzie enzymów trawiennych i niekontrolowanemu wykrzepianiu na przykładzie enzymów kaskady krzepnięcia.

#### 3. SEMINARIUM III

Trawienie i wchłanianie lipidów. Rozkład triacylogliceroli – rola lipazy hormonozależnej. Oksydacja kwasów tłuszczowych jako główne źródło energii dla mięśni szkieletowych w stanie spoczynku i mięśnia sercowego – zaburzenia (FAOD; fatty acid oxidation disorders). Rola karnityny w transporcie kwasów tłuszczowych między cytoplazmą a mitochondrium – zaburzenia i znaczenie suplementacji diety karnityną.

#### 4. SEMINARIUM IV

Synteza kwasów tłuszczowych – przebieg i zaburzenia. Synteza triacylogliceroli – przebieg i zaburzenia. Synteza i znaczenie biomedyczne ciał ketonowych. Biosynteza cholesterolu – rola statyn i fitosteroli w obniżaniu poziomu cholesterolu i zapobieganiu miażdżycy.

#### 5. SEMINARIUM V

Pochodne cholesterolu – witamina D. Pochodne cholesterolu - hormony steroidowe i kwasy żółciowe. Glikoliza - rola, przebieg, zaburzenia – niedobory enzymów glikolizy jako przyczyna anemii hemolitycznej.

#### 6. SEMINARIUM VI

Nasilenie glikolizy beztlenowej z zahamowaniem fosforylacji oksydacyjnej w komórkach nowotworowych - wykorzystanie efektu Warburga w diagnostyce chorób nowotworowych przy użyciu pozytonowej tomografii emisyjnej (PET).

Glukoneogeneza – rola, przebieg, zaburzenia – udział w patogenezie otyłości indukowanej insulinoopornością. Cykl Corich i cykl alaninowy – rola i przebieg.

#### 7. SEMINARIUM VII

Synteza i rozkład glikogenu – rola, przebieg, odmienność narządowa i zaburzenia (choroby spichrzeniowe glikogenu). Regulacja hormonalna przemian glikogenu – wpływ insulinooporności na metabolizm glikogenu. Modulacja metabolizmu glikogenu jako mechanizm działania litu w chorobie afektywnej dwubiegunowej oraz litu i metforminy w nowotworach.

#### 8. SEMINARIUM VIII

Cykl pentozofosforanowy – rola, przebieg, regulacja i zaburzenia; znaczenie w otyłości, cukrzycy i nowotworzeniu. Alternatywne źródła i rola NADPH w komórce. Przemiany galaktozy – przebieg i zaburzenia (galaktozemia) oraz rola w starzeniu się organizmu i zaburzeniu funkcji poznawczych.

#### 9. SEMINARIUM IX

Przemiany fruktozy – przebieg i zaburzenia (fruktozemia) oraz rola w otyłości, zespole metabolicznym i cukrzycy.

Integracja hormonalna metabolizmu – rola glukagonu i epinefryny.

#### 10. SEMINARIUM X

Integracja hormonalna metabolizmu – rola insuliny; efekty niedoboru insuliny (cukrzyca typu 1) oraz hiperinsulinemii i insulinooporności (cukrzyca typu 2). Metabolizm węglowodanów w zależności od stanu energetycznego organizmu.

#### Ćwiczenia

**LABORATORIUM I:** Podstawowe zasady pracy w laboratorium i przepisy BHP. Roztwory.

**Znaczenie biomedyczne:** przygotowywanie roztworów o żądanym stężeniu; przeliczanie stężeń; toniczność; gospodarka wodno-elektrolitowa: izowolemia, izojonia, izohydria; mikro- i makroelementy, różnice składu płynów biologicznych.

**LABORATORIUM II:** Bufory ustroju. pH krwi.

**Znaczenie biomedyczne:** roztwory buforowe; obliczanie pH i pojemności buforu; kwasica, alkalozja.

**LABORATORIUM III:** Analiza jakościowa mono- i disacharydów.

**Znaczenie biomedyczne:** wolne oligosacharydy mleka w żywieniu niemowląt; lizosomalne choroby spichrzeniowe cukrów i glikozydów.

**LABORATORIUM IV:** Wykrywanie i właściwości tłuszczów i steroli.

**Znaczenie biomedyczne:** znaczenie nienasyconych kwasów tłuszczowych w diecie – kwasy omega-3 i omega-6; transport tłuszczu w ustroju.

**LABORATORIUM V:** Analiza jakościowa aminokwasów, chromatografia TLC. Analiza składu aminokwasowego peptydu i białka.

**Znaczenie biomedyczne:** związek między składem aminokwasowym a charakterem i funkcją białek; znaczenie wolnych grup tiolowych dla potencjału antyoksydacyjnego; wolne aminokwasy (FAA) w mleku matki; białko w diecie: aminokwasy endogenne, warunkowo egzogenne i egzogenne (niezbędne), aspekt leczniczy vs. negatywne skutki diet eliminacyjnych, niedożywienie

**LABORATORIUM VI:** Właściwości fizykochemiczne białek globularnych. Białka jako koloidy; równowaga Gibbsa-Donnana. Frakcje białek osocza: skład, funkcje, właściwości. Koagulacja. Wysalanie. Dializa. Denaturacja białek - rodzaje uszkodzeń struktury.

**Znaczenie biomedyczne:** hipoalbuminemia, implikacje równowagi Gibbsa-Donnana: pH krwinki czerwonej, wchłanianie leków; działanie dializy w niewydolności nerek

**LABORATORIUM VII:** Elektroforetyczna analiza składu białek płynów biologicznych.

**Znaczenie biomedyczne:** Prawidłowy i patologiczny obraz elektroforetyczny białek surowicy. Ocena densytometryczna frakcji. Obraz elektroforetyczny lipoprotein surowicy.

**LABORATORIUM VIII:** Oznaczanie zawartości białka w materiale biologicznym metodą biuretową. Rejestracja widma białka (hemoglobina) oraz kwasu nukleinowego w zakresie UV/VIS.

**Znaczenie biomedyczne:** zastosowanie spektrofotometrii UV/VIS w diagnostyce.

**LABORATORIUM IX:** Podstawy chromatografii białek. Odsalanie białek.

**LABORATORIUM X:** Podsumowanie zajęć 1-9: detekcja najważniejszych grup związków w żywym organizmie, porównanie właściwości chemicznych. *Ćwiczenia odróbkowe / poprawkowe*

**LABORATORIUM XI:** Błąd pomiarowy – ocena wiarygodności wyników eksperymentalnych

**Znaczenie biomedyczne:** precyzja pomiaru w praktyce biochemicznej i medycznej; narzędzia oceny zgodności wyników/testów - zmienność wewnątrzgrupowa i międzygrupowa

**LABORATORIUM XII:** Wyznaczanie krzywych standardowych.

**Znaczenie biomedyczne:** kolorymetria i turbidymetria w analizie ilościowej makrocząsteczek – zastosowanie w testach diagnostycznych, m.in. jako kolorymetryczne biosensory w testach point-of-care, w wysokoprzepustowych badaniach przesiewowych leków oraz w kontroli sterylności żywności.

**LABORATORIUM XIII:** Kinetyka reakcji enzymatycznej część I: wyznaczanie  $K_m$  i  $V_{max}$ .

**LABORATORIUM XIV:** Kinetyka reakcji enzymatycznej część II: wpływ inhibitorów na przebieg reakcji oraz wyznaczanie stałych inhibicji ( $K_i$ ).

**LABORATORIUM XV:** Kinetyka reakcji enzymatycznej część III: wpływ warunków środowiska na przebieg reakcji

**Znaczenie biomedyczne (XIII-XV):** leki jako modulatory aktywności enzymatycznej; znaczenie  $K_m$  i  $K_i$  dla określenia dawki leku; przewidywanie efektywności enzymów; swoistość substratowa enzymów; inhibicja substratem – znaczenie w regulacji metabolizmu; wpływ podwyższonej lub obniżonej temperatury ciała na aktywność enzymów i metabolizm;

wpływ kwasicy i zasadowicy na aktywność enzymów i metabolizm.

LABORATORIUM XVI: Ocena stężenia fibrynogenu, albuminy, transferyny i ceruloplazminy w płynach ustrojowych.

Znaczenie biomedyczne: białka jako mediatory stanu zapalnego; analiza ilościowa białek ostrej fazy jako narzędzie diagnostyczne.

LABORATORIUM XVII: Ocena aktywności aminotransferazy asparaginianowej (AspAT) i  $\gamma$ -glutamylotransferazy (GGT) w płynach ustrojowych.

Znaczenie biomedyczne: enzymy jako markery stanów patologicznych; znaczenie transaminaz w diagnostyce chorób wątroby i serca; znaczenie reakcji transaminacji jako mechanizmu chroniącego przed toksycznością amoniaku.

LABORATORIUM XVIII: Rozkład glikogenu.

Znaczenie biomedyczne: polisacharydy jako materiał zapasowy; znaczenie glikogenu jako źródła energii i rola w utrzymaniu stałego poziomu glukozy we krwi; odmienność narządowa metabolizmu glikogenu (mięśnie vs. wątroba).

LABORATORIUM XIX: Ocena stężenia triacylogliceroli oraz cholesterolu całkowitego i frakcji HDL i LDL. Analiza ilościowa i jakościowa lipoprotein LDL (wyznaczanie składu lipidowo-białkowego).

Znaczenie biomedyczne: prawidłowy i aterogenny profil lipidowy; rola lipoprotein w transporcie lipidów; cholesterol jako składnik błon i prekursor związków biologicznie czynnych (witamina D, hormony sterydowe, kwasy żółciowe); znaczenie diagnostyczne i kliniczne cholesterolu, triacylogliceroli i lipoprotein (dyslipidemie, apolipoproteinemie i choroby sercowo-naczyniowe).

LABORATORIUM XX: Ocena stężenia malonodialdehydu (MDA) oraz aktywności paraoksonazy (PON) i peroksydazy w płynach ustrojowych.

Znaczenie biomedyczne: stres oksydacyjny w patogenezie chorób; potencjał diagnostyczny produktów oksydatywnej modyfikacji makrocząsteczek na przykładzie peroksydacji lipidów; obrona antyoksydacyjna organizmu; wpływ polimorfizmu na fenotyp enzymu oraz metoda dwóch substratów wyznaczania fenotypu enzymu na przykładzie paraoksonazy.

Inne

Konsultacje

Literatura podstawowa: (wymienić wg istotności, nie więcej niż 3 pozycje)

1. Biochemia Lippincott wydanie 7, autor: Ferrier D.R., rok wydania 2018, wydawca: Edra Urban&Partner, ISBN: 978-83-66067-02-82.

2. Biochemia wydanie 4, autor: Bańkowski E., rok wydania 2020, wydawca: Edra Urban&Partner, ISBN: 978-83-66548-05-3.

Literatura uzupełniająca:

Biochemia Harpera wydanie 7, redakcja naukowa: Rodwell V.W. i wsp., rok wydania: 2018, wydawca: PZWL Wydawnictwo Lekarskie, ISBN: 978-83-200-5410-1.

Warunki wstępne: (minimalne warunki, jakie powinien student spełnić przed przystąpieniem do przedmiotu)  
Student powinien znać podstawy chemii i biologii na poziomie liceum ogólnokształcącego.

Warunki uzyskania zaliczenia przedmiotu: (określić formę, kryteria i warunki zaliczenia zajęć wchodzących w zakres przedmiotu, zasady dopuszczenia do egzaminu końcowego teoretycznego lub praktycznego, jego formę oraz wymagania jakie student powinien spełnić by go zdać, a także kryteria na poszczególne oceny)

UWAGA! Warunkiem zaliczenia przedmiotu nie może być obecność na zajęciach

1. Prawidłowe wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych oraz opracowanie uzyskanych wyników w postaci sprawozdań, zawierających poprawne obliczenia i wnioski wyciągnięte z przeprowadzonych doświadczeń.

2. Aktywne uczestnictwo w seminariach – analizowanie i rozwiązywanie problemów naukowych, udział w przygotowywaniu prezentacji naukowych oraz czynny udział w dyskusji.

3. Zaliczenie poszczególnych sprawdzianów, przewidzianych w cyklu kształcenia, powyżej 60% punktów możliwych do uzyskania (forma sprawdzianów: pisemna, pytania typu MCQ, MRQ, wyboru TAK/NIE, dopasowania odpowiedzi, z pytania otwarte).

4. Na ocenę semestralną składa się suma punktów uzyskanych z poszczególnych sprawdzianów. Szczegółowe kryteria oceny zawarte są w tabeli poniżej.

5. Wszystkie nieobecności muszą być przez studenta odrobione w sposób wskazany przez prowadzącego zajęcia w uzgodnieniu z osobą odpowiedzialną za przedmiot.

Zaliczenia i egzaminy odbywają się w bezpośrednim kontakcie z nauczycielem akademickim lub przy użyciu środków komunikacji elektronicznej.

Ocena:	Kryteria zaliczenia przedmiotu na ocenę <sup>3</sup>
Bardzo dobra (5,0)	≥ 93% maksymalnej liczby punktów uzyskanych ze sprawdzianów
Ponad dobra (4,5)	≥ 85% maksymalnej liczby punktów uzyskanych ze sprawdzianów
Dobra (4,0)	≥ 77% maksymalnej liczby punktów uzyskanych ze sprawdzianów
Dość dobra (3,5)	≥ 69% maksymalnej liczby punktów uzyskanych ze sprawdzianów
Dostateczna (3,0)	> 60% maksymalnej liczby punktów uzyskanych ze sprawdzianów

Ocena:	Kryteria oceny z egzaminu <sup>3</sup>
Bardzo dobra (5,0)	
Ponad dobra (4,5)	
Dobra (4,0)	
Dość dobra (3,5)	
Dostateczna (3,0)	

Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot:	<b>Katedra Biochemii i Immunochemii</b>
Adres jednostki:	<b>Zakład Biochemii Lekarskiej</b> ul. Chałubińskiego 10, 50-368 Wrocław <b>Zakład Chemii i Immunochemii</b> ul. M. Skłodowskiej-Curie 48/50, 50-369 Wrocław
Numer telefonu:	<b>71 784 13 70 (Zakład Biochemii Lekarskiej)</b> <b>71 770 30 31 (Zakład Chemii i Immunochemii)</b>
E-mail:	<b>WL-41@umed.wroc.pl</b>

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	<b>prof. dr hab. Małgorzata Krzystek-Korpaczka</b>
Numer telefonu:	<b>71 784 13 70, 784 13 71</b>
E-mail:	<b>malgorzata.krzystek-korpaczka@umed.wroc.pl</b>

Wykaz osób prowadzących poszczególne zajęcia:

Imię i nazwisko	Stopień / tytuł naukowy lub zawodowy	Dyscyplina naukowa	Wykonywany zawód	Forma prowadzenia zajęć
<b>Małgorzata Krzystek-Korpaczka</b>	Prof. dr hab. n.med.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biochemik	WY, CL, SE
<b>Magdalena Orczyk-Pawłowicz</b>	Dr hab. n.med., prof. UMW	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biochemik	CL, SE
<b>Mirosława Ferens-Sieczkowska</b>	Dr hab. n.med., prof. UMW	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biochemik	WY, CL, SE
<b>Irena Kustrzeba-Wójcicka</b>	Dr hab. n.med., prof. UMW	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biochemik	CL, SE
<b>Grzegorz Terlecki</b>	Dr hab. n.med., prof. UMW	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biochemik	CL, SE
<b>Iwona Bednarz-Misa</b>	Dr n.med.;	nauki medyczne	nauczyciel	CL, SE

<sup>3</sup> Weryfikacja musi obejmować wszystkie efekty uczenia się, realizowane podczas wszystkich form kształcenia w ramach danego przedmiotu.



	specjalista laboratoryjnej diagnostyki medycznej		akademicki, diagnosta laboratoryjny, biochemik	
<b>Izabela Berdowska</b>	Dr n.med.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biochemik	CL, SE
<b>Mariusz Bromke</b>	Dr n. przyr.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biochemik	CL, SE
<b>Agnieszka Bronowicka-Szydełko</b>	Dr n.med.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, diagnosta laboratoryjny, biochemik	CL, SE
<b>Ireneusz Ceremuga</b>	Dr n.med.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, diagnosta laboratoryjny, biochemik	CL, SE
<b>Mariusz Fleszar</b>	Dr n.med. inż.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki; biochemik	CL, SE
<b>Anna Kałuża</b>	Dr n. med.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biolog, chemik	CL, SE
<b>Agata Koziół</b>	Dr inż. n. chem.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, chemik	CL, SE
<b>Emilia Królewicz</b>	Dr n.med.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biochemik	CL, SE
<b>Dorota Krzyżanowska-Gołąb</b>	Dr inż. n. chem.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biotechnolog	CL, SE
<b>Agnieszka Kubiak</b>	Dr n. biol.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biotechnolog	CL, SE
<b>Aleksandra Kuzan</b>	Dr n.med.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biochemik	CL, SE
<b>Anna Lemańska-Perek</b>	Dr n. med.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, chemik	CL, SE
<b>Łukasz Lewandowski</b>	Dr n. farm.	nauki medyczne, nauki farmaceutyczne	nauczyciel akademicki, diagnosta laboratoryjny	CL, SE
<b>Jolanta Lis-Kuberka</b>	Dr n. med.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biotechnolog	CL, SE
<b>Małgorzata Matusiewicz</b>	Dr hab. n.med.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biochemik	CL, SE
<b>Magdalena Mierzchała-Pasierb</b>	Dr n. med.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biochemik	CL, SE
<b>Beata Olejnik</b>	Dr n. med.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biotechnolog	CL, SE

<b>Jadwiga Pietkiewicz</b>	Dr hab. n. med.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biochemik	CL, SE
<b>Małgorzata Pupek</b>	Dr n.med.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, diagnosta laboratoryjny	CL, SE
<b>Paweł Serek</b>	Dr n. med.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, diagnosta laboratoryjny, biochemik	CL, SE
<b>Ewa Seweryn</b>	Dr n.med.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biochemik	CL, SE
<b>Kamilla Stach</b>	Dr n.med.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biochemik	CL, SE
<b>Bogdan Zieliński</b>	Dr n.med.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biochemik	CL, SE
<b>Paulina Fortuna</b>	Dr inż. n. chem. w dziedzinie biotechnologii	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biotechnolog	CL, SE
<b>Izabela Szczuka</b>	Dr n. med.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biochemik	CL, SE
<b>Kinga Gostomska-Pampuch</b>	mgr inż.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biotechnolog	CL, SE
<b>Paweł Hodurek</b>	mgr	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biotechnolog	CL, SE
<b>Justyna Szczykutowicz</b>	mgr	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biolog	CL, SE
<b>Anna Ziąta</b>	mgr inż.	nauki medyczne	nauczyciel akademicki, biotechnolog	CL, SE
<b>Natalia Jamrozik</b>	mgr	nauki medyczne	doktorantka, specjalista technik laboratoryjnych w biologii	CL
<b>Kamil Litwinowicz</b>	lek	nauki medyczne	doktorant, lekarz rezydent	CL,
<b>Aleksander Całkosiński</b>	lek	nauki medyczne	doktorant	CL
<b>Otto Krawiec</b>	lek	nauki medyczne	doktorant	CL

Data opracowania sylabusa  
30.06.2021

Imię i nazwisko autora (autorów) sylabusa:  
prof. dr hab. n.med. Małgorzata Krzystek-Korpacka

Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu  
WYDZIAŁ LEKARSKI  
Prodziekan ds. kształcenia na kierunku lekarskim  
*Irena Kuźmierz*  
dr hab. Irena Kuźmierz - Wójcicka, prof. n.dzw.  
(1)  
Podpis Dziekana wydziału zlecającego przedmiot:

Podpis Kierownika/ów jednostki/ek  
Prowadzącej/yh zajęcia

..... Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu  
Katedra Biochemii i Immunochemii  
ZAKŁAD BIOCHEMII LEKARSKIEJ  
p.o. kierownika  
*Małgorzata Krzystek-Korpacka*  
prof. dr hab. n. med. Małgorzata Krzystek-Korpacka