



## Biochemia z elementami chemii

### 1. METRYCZKA

|                                          |                                                                                                                                            |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rok akademicki                           | 2026/2027                                                                                                                                  |
| Wydział                                  | Lekarsko-stomatologiczny                                                                                                                   |
| Kierunek studiów                         | Lekarsko - dentystyczny                                                                                                                    |
| Dyscyplina wiodąca                       | Nauki medyczne                                                                                                                             |
| Profil studiów                           | Ogólnoakademicki                                                                                                                           |
| Poziom kształcenia                       | Jednolite magisterskie                                                                                                                     |
| Forma studiów                            | Stacjonarne                                                                                                                                |
| Typ modułu/przedmiotu                    | Obowiązkowy                                                                                                                                |
| Forma weryfikacji efektów uczenia się    | Egzamin                                                                                                                                    |
| Jednostka/jednostki prowadząca/e         | Katedra i Zakład Biochemii i WL, 02-097 Warszawa, Banacha 1<br>e-mail: biochemia@wum.edu.pl;mailto:biochemia@wum.edu.pl<br>tel. 22 5720693 |
| Kierownik jednostki/kierownicy jednostek | Prof. dr hab. Marta Struga                                                                                                                 |

|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Koordynator przedmiotu</b>          | Prof. dr hab. Marta Struga; marta.struga@wum.edu.pl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Osoba odpowiedzialna za sylabus</b> | Dr n. med. Beata Kaźmierczak; beata.kazmierczak@wum.edu.pl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Prowadzący zajęcia</b>              | prof. dr hab. Marta Struga; marta.struga@wum.edu.pl;<br>dr hab. Michał Skrzycki; michal.skrzycki@wum.edu.pl;<br>dr hab. Anna Bielenica; anna.bielenica@wum.edu.pl;<br>dr hab. Alicja Chrzanowska; alicja.chrzanowska@wum.edu.pl;<br>dr Beata Gajewska; beata.gajewska@wum.edu.pl;<br>dr Beata Kaźmierczak; beata.kazmierczak@wum.edu.pl;<br>dr Dagmara Kurpios-Piec; dagmara.kurpios-piec@wum.edu.pl;<br>dr Mariola Napiórkowska; mariola.napiorkowska@wum.edu.pl;<br>dr Dagmara Otto-Ślusarczyk; dagmara.otto@wum.edu.pl;<br>dr Ewa Usarek; ewa.usarek@wum.edu.pl;<br>dr Barbara Żyżyńska-Granica; barbara.zyzynska@wum.edu.pl;<br>dr Wojciech Graboń; wojciech.grabon@wum.edu.pl; |

## 2. INFORMACJE PODSTAWOWE

|                                                      |                          |                            |                                |
|------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| <b>Rok i semestr studiów</b>                         | II rok, III i IV semestr | <b>Liczba punktów ECTS</b> | 7                              |
| <b>FORMA PROWADZENIA ZAJĘĆ</b>                       |                          | <b>Liczba godzin</b>       | <b>Kalkulacja punktów ECTS</b> |
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim</b> |                          |                            |                                |
| wykład (W)                                           |                          | 35                         | 1,4                            |
| seminarium (S)                                       |                          | 35                         | 1,4                            |
| ćwiczenia (C)                                        |                          | 50                         | 2,1                            |
| e-learning (e-L)                                     |                          |                            |                                |
| zajęcia praktyczne (ZP)                              |                          |                            |                                |
| praktyka zawodowa (PZ)                               |                          |                            |                                |
| <b>Samodzielna praca studenta</b>                    |                          |                            |                                |
| Przygotowanie do zajęć i zaliczeń                    |                          | 50                         | 2,1                            |

## 3. CELE KSZTAŁCENIA

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem zajęć z Biochemii z elementami chemii jest poznanie budowy związków organicznych oraz procesów chemicznych i biochemicznych, zachodzących w organizmie ludzkim, również tych zachodzących w jamie ustnej, ich współdziałania i regulacji na poziomie molekularnym. Zajęcia obejmują zagadnienia dotyczące metabolizmu aminokwasów, węglowodanów, lipidów oraz kwasów nukleinowych a także działania i znaczenia |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | enzymów, witamin oraz regulację hormonalną szlaków metabolicznych. Student poznaje podstawowe metody z zakresu chemii analitycznej co ułatwi zrozumienie procesów biochemicznych organizmu człowieka. Celem zajęć laboratoryjnych jest nauczenie samodzielnego wykonywania doświadczeń i wyciągania prawidłowych wniosków. Zdobyta wiedza powinna ułatwić zrozumienie mechanizmów funkcjonowania organizmu w warunkach fizjologicznych i patologicznych. |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. STANDARD KSZTAŁCENIA – SZCZEGÓŁOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

| Symbol<br>i numer efektu<br>uczenia się<br>zgodnie ze<br>standardami<br>uczenia się | Efekty w zakresie |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|

##### Wiedzy – Absolwent\* zna i rozumie:

|        |                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| B.W1.  | znaczenie pierwiastków głównych i śladowych w procesach zachodzących w organizmie, z uwzględnieniem podaży, wchłaniania i transportu                                                                                            |
| B.W2.  | znaczenie elektrolitów, układów buforowych i reakcji chemicznych w układach biologicznych                                                                                                                                       |
| B.W3.  | biochemiczne podstawy integralności organizmu ludzkiego                                                                                                                                                                         |
| B.W4.  | budowę i funkcje ważnych związków chemicznych występujących w organizmie ludzkim, w szczególności właściwości, funkcje, metabolizm i energetykę reakcji: białek, kwasów nukleinowych, węglowodanów, lipidów, enzymów i hormonów |
| B.W5.  | zasady gospodarki wapniowej i fosforanowej                                                                                                                                                                                      |
| B.W6.  | rolę i znaczenie płynów ustrojowych, z uwzględnieniem śliny                                                                                                                                                                     |
| B.W19. | zasady równowagi kwasowo-zasadowej oraz transportu tlenu i dwutlenku węgla w organizmie                                                                                                                                         |
| B.W20. | enzymy biorące udział w procesie trawienia, mechanizm wytwarzania kwasu solnego w żołądku, rolę żółci, przebieg procesu wchłaniania produktów trawienia                                                                         |
| B.W21. | zasady metabolizmu i żywienia                                                                                                                                                                                                   |

##### Umiejętności – Absolwent\* potrafi:

|   |   |
|---|---|
| - | - |
|---|---|

#### 5. POZOSTAŁE EFEKTY UCZENIA SIĘ

| Numer efektu<br>uczenia się | Efekty w zakresie |
|-----------------------------|-------------------|
|-----------------------------|-------------------|

##### Wiedzy – Absolwent zna i rozumie:

|    |   |
|----|---|
| W1 | - |
|----|---|

**Umiejętności – Absolwent potrafi:**

|    |   |
|----|---|
| U1 | - |
|----|---|

**Kompetencji społecznych – Absolwent jest gotów do:**

|    |   |
|----|---|
| K1 | - |
|----|---|

## 6. ZAJĘCIA

| Forma zajęć | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Efekty Ucznia               |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Wykład      | <b>W1 - Wykład 1 - Roztwory wodne</b><br>Budowa cząsteczek wody. Roztwór – rozpuszczalniki i faza rozproszona. Roztwory rzeczywiste i koloidalne. Bufor, kwas i zasada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | B.W2., B.W1.                |
|             | <b>W2 - Wykład 2 - Reakcje w roztworach wodnych</b><br>Procesy zachodzące podczas rozpuszczania substancji kowalencyjnych i jonowych. Czynniki wpływające na szybkość rozpuszczania się substancji. Stężenia roztworów, gęstość a masa i objętość roztworu.                                                                                                                                                                                                                              | B.W2.                       |
|             | <b>W3 - Wykład 3 - Białka</b><br>Skład pierwiastkowy i aminokwasowy oraz struktura przestrzenna białek. Występowanie białek oraz ich rola w organizmie. Czynniki wpływające na właściwości białka. Zjawisko denaturacji i koagulacji.                                                                                                                                                                                                                                                    | B.W4.                       |
|             | <b>W4 - Wykład 4 - Enzymy</b><br>Rola oraz mechanizmy działania enzymów. Specyficzność działania enzymów. Czynniki wpływające na szybkość reakcji enzymatycznych. Hamowanie reakcji enzymatycznych, inhibitory stosowane w przemyśle, inhibitory jako leki. Regulacja szlaków metabolicznych. Znaczenie diagnostyczne enzymów.                                                                                                                                                           | B.W4.                       |
|             | <b>W5 - Wykład 5 - Kwasy nukleinowe</b><br>Kod genetyczny. Struktura oraz organizacja kwasów nukleinowych w komórkach eukariotycznych. Polimerazy, enzymy i białka uczestniczące w procesie replikacji. Procesy transkrypcji i translacji. Regulacja ekspresji genów. Interakcje kwasów nukleinowych z białkami.                                                                                                                                                                         | B.W4., B.W3.                |
|             | <b>W6 - Wykład 6 - Utlenianie tkankowe</b><br>Związki wysokoenergetyczne i ich rola w metabolizmie. Przebieg i znaczenia cyklu kwasów trikarboksylowych. Fosforylacja oksydacyjna i substratowa, synteza ATP. Inhibitory łańcucha transportu elektronów. Syntetyczne związki rozprzegające łańcuch oddechowy.                                                                                                                                                                            | B.W4.                       |
|             | <b>W7 - Wykład 7 - Biochemia śliny. Fosfor, fluor, wapń.</b><br>Mucyny jako główne białka śliny. Rola lizozymu i immunoglobulin obecnych w ślinie. Reaktywne formy tlenu, enzymy antyoksydacyjne oraz nieenzymatyczne antyoksydanty śliny. Rola śliny w trawieniu. Trawienie i wchłanianie składników pokarmowych. Ślina w diagnostyce laboratoryjnej. Fluor w organizmie, wpływ na tkankę kostną. Dystrybucja wapnia i fosforu w organizmie. Rola powstawaniu tkanki zębowej i kostnej. | B.W1., B.W6., B.W5., B.W20. |
|             | <b>W8 - Wykład 8 - Trawienie oraz wchłanianie węglowodanów, lipidów i białek</b><br>Trawienie i wchłanianie węglowodanów w przewodzie pokarmowym. Trawienie i wchłanianie lipidów z przewodu pokarmowego. Rola kwasów żółciowych. Powstawanie i metabolizm chylomikronów. Trawienie i wchłanianie białek z przewodu pokarmowego. Cykl y-glutamylowy.                                                                                                                                     | B.W3., B.W4., B.W21.        |
|             | <b>W9 - Wykład 9 - Metabolizm węglowodanów</b><br>Węglowodany w metabolizmie człowieka. Rola glikogenu w wątrobie i w mięśniach. Znaczenie procesów glikolizy i szlaku pentozofosforanowego w metabolizmie glukozy. Synteza glukozy <i>de novo</i> . Zaburzenia przemian galaktozy i fruktozy. Rola insuliny i glukagonu w utrzymaniu                                                                                                                                                    | B.W4., B.W20., B.W21.       |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                       |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|            | <p>prawidłowego poziomu glukozy we krwi. Zaburzenia metaboliczne związane z przemianą węglowodanów.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                       |
|            | <p><b>W10 - Wykład 10 - Metabolizm lipidów</b><br/>Znaczenie lipidów dla organizmu człowieka. Metabolizm lipidów w stanie resorpcyjnym i postresorpcyjnym. Regulacja hormonalna metabolizmu lipidów. Wielonienasycone kwasy omega. Powstawanie i rola ciał ketonowych. Złożony proces przemiany i krążenia cholesterolu.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | B.W4., B.W20., B.W21. |
|            | <p><b>W11 - Wykład 11 - Przemiany aminokwasów</b><br/>Równowaga i bilans azotowy organizmu. Białka pełnowartościowe i niepełnowartościowe vs aminokwasy niezbędne i nie niezbędne. Powstawanie i katabolizm aminokwasów niezbędnych. Metabolizm i wykorzystywanie argininy. Znaczenie glutaminy i alaniny w mózgu, wątrobie i nerkach. Rola glutaminy. Usuwanie azotu z organizmu. Rola aminokwasów rozgałęzionych w energetyce mięśni szkieletowych. Wady metaboliczne w przemianach aminokwasów.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | B.W4., B.W20., B.W21. |
|            | <p><b>W12 - Wykład 12 - Krew. Równowaga kwasowo-zasadowa</b><br/>Metabolizm krwinki czerwonej. Udział hemoglobiny w transporcie tlenu i dwutlenku węgla. Zaburzenia w syntezie i rozkładzie hemu. Utrzymanie właściwego pH krwi w organizmie człowieka. Zaburzenia równowagi kwasowo-zasadowej.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | B.W19.                |
|            | <p><b>W13 - Wykład 13 - Witaminy</b><br/>Udział witamin w przemianach zachodzących w organizmie człowieka. Funkcje witamin i objawy ich niedoboru. Składnik mineralne i pierwiastki śladowe.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | B.W21., B.W4.         |
|            | <p><b>W14 - Wykład 14 - Hormony</b><br/>Wpływ hormonów na metabolizm lipidów, węglowodanów i białek w różnych tkankach. Różne mechanizmy działania hormonów.</p> <p>Wykłady będą odbywały się w czasie rzeczywistym stacjonarnie i na platformie e-learning; część z nich zostanie udostępniona przez określony czas na platformie e-learning</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | B.W3., B.W4.          |
| Seminarium | <p><b>S1 – Seminarium 1 – Aminokwasy. Białka</b><br/>Aminokwasy – budowa, podział, właściwości. Peptydy o znaczeniu biologicznym – glutation, insulina. Podział białek i ich właściwości. Struktura I, II, III i IV- rzędowa białek. Typy struktury II-rzędowej (a-helisa, struktura pofałdowanej kartki) na przykładzie wybranych białek: kolagenu, elastyny, keratyny, mioglobiny, lizozymu. Struktura III-rzędowa - pojęcie domeny. Struktura IV-rzędowa białek (pojęcie podjednostek, rola jonów metali). Hemoglobina - budowa, rola, hemoglobiny patologiczne. Kolageny – synteza i budowa. Denaturacja białek.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | B.W4.                 |
|            | <p><b>S2 – Seminarium 2 – Enzymy</b><br/>Budowa enzymów - apoenzym, koenzym, grupa prostetyczna, centrum aktywne, miejsce allosteryczne, kofaktory. Mechanizm działania enzymów – energia aktywacji, tworzenie kompleksu ES, odwracalność reakcji enzymatycznej. Klasyfikacja i nazewnictwo enzymów. Koenzymy współdziałające z poszczególnymi klasami enzymów. Specyficzność działania enzymów. Czynniki wpływające na szybkość reakcji enzymatycznej. Kinetyka reakcji enzymatycznej - wpływ stężenia enzymu i substratu na szybkość reakcji enzymatycznej, powinowactwo enzymu do substratu - stała Michaelisa (Km). Hamowanie reakcji enzymatycznej – typy hamowania. Regulacja aktywności enzymatycznej - ograniczona proteoliza, modyfikacja kowalencyjna, regulacja allosteryczna. Regulacja szlaków metabolicznych. Oznaczanie i jednostki aktywności enzymatycznej. Izoenzymy - definicja, znaczenie diagnostyczne.</p> | B.W4.                 |
|            | <p><b>S3 – Seminarium 3 – Kwasy nukleinowe</b><br/>Zasady azotowe występujące w kwasach nukleinowych. Struktura DNA i RNA. Organizacja DNA w komórkach eukariotycznych. Proces replikacji DNA: rodzaje i funkcje polimeraz DNA zależnych od DNA (pro i eukariotycznych). Enzymy i białka nieenzymatyczne uczestniczące w procesie replikacji. Inicjacja, elongacja i terminacja syntezy DNA. Telomery. Rodzaje RNA i ich funkcja. Rodzaje polimeraz RNA uczestniczących w procesie transkrypcji. Transkrypcja genu. Modyfikacje potranskrypcyjne. Usuwanie intronów i składanie eksonów. Regulacja ekspresji genów. Kod genetyczny. RNA – typy, funkcja. Rybosomy. Translacja: przebieg, regulacja. Modyfikacje potranslacyjne białek. Interakcje kwasów nukleinowych z białkami.</p>                                                                                                                                            | B.W4.                 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <p><b>S4 – Seminarium 4 – Utlenianie tkankowe.</b><br/>Pojęcie wiązania bogatego w energię. Związki wysokoenergetyczne i ich rola w metabolizmie komórki (np. ATP, ADP, fosfoenolopirogronian, fosfokreatyna, 1,3-bisfosfoglicerynian). Glikoliza jako źródło ATP. Oksydacyjna dekarboksylacja α-ketokwasów. Cykl Krebsa - reakcje, substraty, enzymy, koenzymy, znaczenie, czynniki wpływające na regulację procesu. Fosforylacja oksydacyjna i fosforylacja substratowa. Łańcuch oddechowy, inhibitory łańcucha oddechowego: inhibitory transportu elektronów, inhibitory fosforylacji oksydacyjnej, związki rozprężające łańcuch oddechowy. Bilans energetyczny głównych szlaków metabolicznych węglowodanów, lipidów i aminokwasów.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>B.W4.</p>                           |
| <p><b>S5 – Seminarium 5 – Ślina, trawienie i wchłanianie. Fluor. Fosfor. Wapń.</b><br/>Tworzenie, skład i rola śliny. Białka śliny i ich rola (mucyny, histatyny, stateryny, cystatyny, lizozym, alfa-amylaza, immunoglobuliny). Właściwości antyoksydacyjne śliny – reaktywne formy tlenu, enzymy antyoksydacyjne i antyoksydanty nieenzymatyczne. Funkcja buforowa śliny. Ślina jako materiał diagnostyczny. Trawienie i wchłanianie węglowodanów w przewodzie pokarmowym. Trawienie i wchłanianie lipidów z przewodu pokarmowego. Rola kwasów żółciowych. Powstawanie i metabolizm chylomikronów. Trawienie i wchłanianie białek z przewodu pokarmowego. Przyswajanie, wydalanie i dystrybucja fluoru w organizmie. Mechanizm działania fluoru (wpływ na hydroksyapatyty i tkankę kostną, działanie antybakteryjne). Norma, toksyczność i objawy zatrucia, detoksykacja. Przyswajanie, wydalanie i dystrybucja wapnia w organizmie. Rola wapnia w powstawaniu tkanki zębowej i kostnej. Objawy nadmiaru i niedoboru wapnia. Źródła, rola i metabolizm fosforu w organizmie. Równowaga fosforowo-wapniowa a prawidłowa budowa kości i zębów. Objawy nadmiaru i niedoboru fosforu.</p> | <p>B.W1., B.W6., B.W5.,<br/>B.W20.</p> |
| <p><b>S6 – Seminarium 6 – Węglowodany</b><br/>Budowa, znaczenie i klasyfikacja węglowodanów. Kluczowe enzymy i regulacja procesów glikolizy, glukoneogenezy, szlaku pentozofosforanowego. Bilans energetyczny utleniania węglowodanów. Cykl Corich. Fermentacja alkoholowa. Centralna rola glukozy-6-fosforanu w przemianach węglowodanów. Biosynteza i rola "aktywnej glukozy" (UDPG). Synteza i degradacja glikogenu. Regulacja przemian glikogenu w wątrobie i mięśniach. Przemiany galaktozy i fruktozy. Regulacja poziomu glukozy we krwi - insulina i glukagon. Zaburzenia metaboliczne związane z przemianą węglowodanów.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>B.W4., B.W20.,<br/>B.W21.</p>       |
| <p><b>S7 – Seminarium 7 – Lipidy</b><br/>Budowa, znaczenie i klasyfikacja lipidów. Trawienie i wchłanianie lipidów. Biosynteza kwasów tłuszczowych (lipogeneza). Przemiany triacylogliceroli, synteza i rozpad. Regulacja hormonalna lipolizy. Utlenianie kwasów tłuszczowych. Bilans energetyczny utleniania kwasów tłuszczowych. Rodzaje, funkcje i przemiany wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Fosfolipidy – podział i funkcje. Eikozanoidy. Ketogeneza. Metabolizm cholesterolu. Cholesterol jako prekursor hormonów steroidowych, witaminy D i kwasów żółciowych. Metabolizm lipoprotein osocza (chylomikrony, VLDL, LDL, HDL). Zaburzenia metabolizmu lipoprotein i ich skutki (miażdżyca). Centralna rola acetylo-CoA w metabolizmie komórki.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>B.W4., B.W20.,<br/>B.W21.</p>       |
| <p><b>S8 – Seminarium 8 – Przemiany aminokwasów. Ureogeneza</b><br/>Aminokwasy egzo- i endogenne, białka pełnowartościowe i niepełnowartościowe. Równowaga i bilans azotowy. Aminokwasy gluko- i ketogenne. Przemiany glicyny, seryny i alaniny. Powstawanie i wykorzystywanie argininy. Metabolizm metioniny i cysteiny. Metabolizm fenyloalaniny i tyrozyny. Synteza glutaminy i asparaginy. Metabolizm asparagianinu i glutaminianu. Reakcje ogólne aminokwasów (oksydacyjna deaminacja, transaminacja, dekarboksylacja) - mechanizm, znaczenie. Usuwanie azotu z organizmu - ureogeneza (lokalizacja wewnątrzkomórkowa, reakcje, enzymy, regulacja), synteza glutaminy i jej rola w mózgu, wątrobie, nerkach. Rola aminokwasów rozgałęzionych w energetyce mięśni szkieletowych. Biologicznie czynne pochodne histydyny i tryptofanu. Powstawanie i wykorzystanie fragmentów jednowęglowych. Synteza kreatyny i kreatyniny. Synteza choliny i acetylcholiny. Wrodzone wady metaboliczne w przemianach aminokwasów.</p>                                                                                                                                                              | <p>B.W4., B.W20.,<br/>B.W21.</p>       |
| <p><b>S9 – Seminarium 9 – Krew. Równowaga kwasowo-zasadowa.</b><br/>Funkcje krwi. Składniki osocza. Białka osocza w fizjologii i patologii. Metabolizm erytrocytów - glukoza jako substrat energetyczny, rola glutationu. Hemoglobina – rodzaje, budowa, udział w transporcie gazów. Transport O<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub> we krwi. Hem – synteza i rozpad, regulacja, zaburzenia (porfirie). Powstawanie i krążenie bilirubiny, zaburzenia (żółtaczk). Bufory krwi. Udział nerek w utrzymaniu stałego pH krwi (jony wodorowęglanowe i fosforanowe, amoniogeneza). Zaburzenia równowagi kwasowo-zasadowej – kwasice i zasadowice (oddechowe, metaboliczne).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>B.W219., B.W6.,<br/>B.W2.</p>       |

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
|                         | <p><b>S10 – Seminarium 10 – Witaminy i składniki mineralne. Hormony</b><br/> Witaminy rozpuszczalne w wodzie (witaminy z grupy B, witamina C) - udział w przemianach, objawy niedoboru. Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach (A, D, E, K) - funkcje, objawy niedoboru. Składniki mineralne i pierwiastki śladowe - funkcje, objawy niedoboru. Wpływ hormonów na metabolizm tkanek. Mechanizm działania hormonów steroidowych, białkowych, peptydowych i pochodnych aminokwasów. Regulacja hormonalna przemian lipidów, węglowodanów i białek.</p> | B.W21., B.W4., B.W3. |
| Ćwiczenia Laboratoryjne | <p><b>C1 - Ćwiczenia 1 - Zadania obliczeniowe:</b> Stężenie roztworu. Sposoby wyrażania stężeń. Przeliczanie stężeń. Obliczanie pH roztworów i pojemności buforowej. Obliczanie rozpuszczalności związków. Iloczyn rozpuszczalności. Obliczanie ciśnienia osmotycznego. Bilans azotowy. Bilans energetyczny utleniania węglowodanów i kwasów tłuszczowych.</p>                                                                                                                                                                                   | B.W2.                |
|                         | <p><b>C2 - Ćwiczenia 2 - Białka. Aminokwasy:</b> Budowa, podział, właściwości. I, II, III i IV- rzędowa struktura białek. Typy wiązań chemicznych stabilizujących struktury przestrzenne białek. Metody frakcjonowania materiału biologicznego. Metody izolowania białek z materiału biologicznego. Denaturacja i koagulacja białek. Wykrywanie i oznaczanie białek. Metody rozdzielania mieszaniny białek.</p>                                                                                                                                  | B.W4.                |
|                         | <p><b>C3 - Ćwiczenia 3 - Enzymy:</b> Budowa enzymów: apoenzym, koenzym, grupa prostetyczna, centrum aktywne, miejsce allosteryczne, kofaktor. Klasyfikacja enzymów. Mechanizm działania enzymów. Specyficzność enzymatyczna. Metody oznaczania aktywności enzymatycznej. Jednostki aktywności enzymatycznej. Hamowanie aktywności enzymatycznej. Izoenzymy.</p>                                                                                                                                                                                  | B.W4.                |
|                         | <p><b>C4 - Ćwiczenia 4 - Ślina:</b> Składniki śliny. Wydzielanie i właściwości śliny. Funkcje śliny. Rola mucyn. Amylaza ślinowa. Lizozym – budowa i rola fizjologiczna. Właściwości antyoksydacyjne śliny.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | B.W6;                |
|                         | <p><b>C5 - Ćwiczenia 5 - Enzymy trawienne:</b> Składniki i funkcje soków trawiennych: śliny, soku żołądkowego, trzustkowego i jelitowego. Trawienie węglowodanów, lipidów i białek. Mechanizmy aktywacji enzymów trawiennych. Powstawanie i rola kwasu solnego. Kwaśność soku żołądkowego. Rola żółci w trawieniu lipidów. Wchłanianie końcowych produktów trawienia.</p>                                                                                                                                                                        | B.W4., B.W3., B.W20. |
|                         | <p><b>C6 - Ćwiczenia 6 -Węglowodany:</b> Budowa i podział węglowodanów. Pojęcie mutarotacji, izomeryzacji, epimeru, anomeru. Właściwości chemiczne węglowodanów (właściwości redukcyjne mono- i disacharydów). Sacharoza – budowa, hydroliza. Metabolizm glukozy. Rola i przemiany glikogenu. Reakcje charakterystyczne dla węglowodanów (reakcja z jodem, reakcja Molischa, Benedicta, Boerfedta, Biała, Dischego, Seliwanowa).</p>                                                                                                             | B.W4., B.W21.        |
|                         | <p><b>C7 - Ćwiczenia 7 – Lipidy:</b> Budowa, klasyfikacja i właściwości kwasów tłuszczowych. Lipidy krwi – budowa, rola, transport, metody oznaczania. Rola lipoprotein. Cholesterol – budowa i rola. Pochodne cholesterolu: hormony steroidowe, witamina D, kwasy żółciowe. Kwasy żółciowe: pierwotne i wtórne – budowa, synteza i rola. Rodzaje kamieni żółciowych i przyczyny ich powstawania. Analiza kamieni żółciowych. 17-ketosteroidy – powstawanie i rola w organizmie</p>                                                              | B.W4., B.W21.        |
|                         | <p><b>C8 - Ćwiczenia 8 – Krew:</b> Funkcje krwi. Składniki i białka osocza – prawidłowe i stanów patologicznych. Białka diagnostyczne. Glukoza. Hemoglobina – budowa, metody oznaczania. Oznaczanie bilirubiny. Bufory krwi. Niedokrwistości.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                | B.W19., B.W6., B.W2. |
|                         | <p><b>C9 - Ćwiczenia 9 - Biochemia ogólna:</b> Równowaga wodno-elektrolitowa organizmu. Rola, występowanie skutki nadmiaru i niedoboru fluoru, fosforu i wapnia w organizmie. Oznaczanie stężenia ww. jonów w płynach fizjologicznych. Składniki azotowe krwi i moczu. Antyoksydanty i potencjał antyoksydacyjny.</p>                                                                                                                                                                                                                            | B.W1., B.W2., B.W5.  |

## 6. LITERATURA

### Obowiązkowa

V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham, P.J. Kennelly, P.A. Weil. Biochemia Harpera pod redakcją R. Smoleński, PZWL, Warszawa 2018.  
D. R. Ferrier. Biochemia. Lippincotts Illustrated Reviews pod redakcją D. Chlubek, Urban&Partner, Wrocław 2018, wyd.1  
Skrypty oraz materiały do ćwiczeń i seminariów publikowane na platformie e-learning.wum.edu.pl Katedry i Zakładu Biochemii

### Uzupełniająca

E. Bańkowski. Biochemia. Podręcznik dla studentów uczelni medycznych. Wydawnictwo Medyczne Urban&Partner, Wrocław 2016.

## 7. SPOSOBY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Symbol przedmiotowego efektu uczenia się                                  | Sposoby weryfikacji efektu uczenia się                                                                                                                                                                                                             | Kryterium zaliczenia                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| B.W1., B.W2., B.W3.,<br>B.W4., B.W5., B.W6.,<br>B.W19., B.W20.,<br>B.W21. | Zagadnienia, treści prezentowane na wykładach i seminariach znajdują odzwierciedlenie w sprawdzianach testowych i ustnych oraz w egzaminie                                                                                                         |                                                                                                                                                |
|                                                                           | Aktywny udział w seminariach i ćwiczeniach.<br>Każde seminarium zakończy się testem z zagadnień wymaganych / omawianych na danych zajęciach<br>Każde ćwiczenie rozpoczyna się pisemnym sprawdzianem z zakresu zagadnień, których ćwiczenie dotyczy | Próg zaliczeniowy - minimum 60% poprawnych odpowiedzi<br><br>Końcowa średnia ocen z seminariów, ćwiczeń i sprawdzianów cząstkowych minimum 3.0 |

## 8. SPOSOBY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Symbol przedmiotowego efektu uczenia się                                  | Sposoby weryfikacji efektu uczenia się                                                                                                                                                                                                                          | Kryterium zaliczenia                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| B.W1., B.W2., B.W3.,<br>B.W4., B.W5., B.W6.,<br>B.W19., B.W20.,<br>B.W21. | W ciągu roku akademickiego odbędą się 3 kolokwia:<br>pierwsze w formie testowej (50 pytań).<br>Drugie i trzecie kolokwium ma formę ustną.                                                                                                                       | Próg zaliczeniowy kolokwium minimum 60% poprawnych odpowiedzi                               |
|                                                                           | Egzamin końcowy (pierwszy termin) ma charakter testowy, składa się z 75 pytań jednokrotnego wyboru, przeprowadzany jest w sesji letniej.<br><b>W przypadku niezaliczenia, drugi i trzeci termin jest przeprowadzany w sesji poprawkowej i ma formę testową.</b> | Kryterium wymaganym do zaliczenia egzaminu jest uzyskanie minimum 60% poprawnych odpowiedzi |

## 9. INFORMACJE DODATKOWE

Osoba odpowiedzialna za prowadzenie kursu: dr n. med. Beata Kaźmierczak, email: [bkazmierczak@wum.edu.pl](mailto:bkazmierczak@wum.edu.pl)

### Warunki dopuszczenia do egzaminu końcowego:

- zaliczenie ćwiczeń
- zaliczenie seminariów
- zaliczenie co najmniej dwóch z trzech kolokwίων
- uzyskanie średniej całorocznej ocen minimum 3.0

Obecność na wszystkich wykładach i seminariach jest obowiązkowa i będzie weryfikowana poprzez sprawdzenie list obecności. Nie ma możliwości odrobienia seminarium, w uzasadnionych przypadkach możliwa jest jedynie zmiana terminu i grupy w dniu trwania zajęć, i tylko po uprzednim uzgodnieniu z koordynatorem, dr Beatą Kaźmierczak

Każda nieusprawiedliwiona nieobecność Studenta na zajęciach seminaryjnych skutkuje odjęciem 5 punktów od sumy punktów uzyskanych w ciągu roku

Obecność na ćwiczeniach jest obowiązkowa. Nie ma możliwości odrobienia ćwiczeń. W uzasadnionych przypadkach możliwa jest jedynie zmiana terminu i grupy w tym samym dniu ich trwania, po uprzednim uzgodnieniu z koordynatorem dr Beatą Kaźmierczak

W przypadku NIEZALICZENIA seminariów i ćwiczeń poprawkowe zaliczenie odbywa się w formie ustnej po ich zakończeniu, w sesji letniej i obejmuje materiał ze wszystkich tematów.

Zaliczenie poprawkowe każdego niezdanego kolokwium odbywa się w formie ustnej pod koniec II semestru (w ustalonym terminie)

Średnią całoroczną oblicza się tylko z ocen ostatecznych (poprawionych)

Na podstawie średniej z pracy całorocznej doliczane są dodatkowe punkty do wyników testu (punktów uzyskanych na egzaminie):

| Średnia z ocen | Liczba punktów |
|----------------|----------------|
| 4,8 - 5,0      | 6,0            |
| 4,5 – 4,7      | 3,0            |
| 4,01 – 4,4     | 1,0            |

Studentów obowiązuje zakaz wnoszenia telefonów komórkowych oraz urządzeń elektronicznych czy multimedialnych do sal, w których przeprowadzany jest egzamin. Student, który korzysta bądź korzystał z niedozwolonej pomocy, materiałów naukowych i urządzeń otrzymuje z Biochemii ocenę nieostateczną, a do egzaminu poprawkowego może podejść za zgodą Dziekana.

Prawa majątkowe, w tym autorskie, do sylabusu, przysługują WUM. Sylabus może być wykorzystywany dla celów związanych z kształceniem na studiach odbywanych w WUM. Korzystanie z sylabusu w innych celach wymaga zgody WUM.

**UWAGA**

Końcowe 10 minut ostatnich zajęć w bloku/semestrze/roku należy przeznaczyć na wypełnienie przez studentów  
Ankiety Oceny Zajęć i Nauczycieli Akademickich