

Opracowano w ramach realizacji projektu  
„Kształcenie kadr dla sportu – zintegrowany program uczelni” POWR. 03.05.00-00-z051/18-00



**Wydział Wychowania Fizycznego**  
**Katedra Nauk Fizjologiczno-Medycznych**

Nazwa zajęć: <b>Biochemia</b>		
Kierunek: <b>sport</b>	Rok: <b>I</b>	Semestr: <b>II</b>
Forma zajęć: <b>wykłady / ćwiczenia</b>	Wymiar zajęć: <b>52 godzin</b>	Liczba punktów ECTS: <b>4</b>
Forma studiów: <b>stacjonarne</b>	Poziom studiów: <b>I stopień</b>	Profil kształcenia: <b>praktyczny</b>
Prowadzący zajęcia:	<b>dr hab. Ewa Sadowska-Krępa, dr Sławomir Jagsz</b>	

Wymagania wstępne
Znajomość podstawowych pojęć z biologii i chemii na poziomie szkoły średniej

## Przedmiotowe efekty uczenia się

Kod	Opis przedmiotowych efektów uczenia się	Efekty uczenia się dla kierunku (K)
<b>W zakresie wiedzy - student zna i rozumie:</b>		
P_W01	Zna związek nauk biologiczno-medycznych z naukami kultury fizycznej	K_W01
P_W02	Posiada elementarną wiedzę na temat biochemicznych podstaw funkcjonowania organizmu w spoczynku i w czasie wysiłku fizycznego	K_W02
<b>W zakresie umiejętności – student potrafi:</b>		
P_U01	Posiada umiejętność przygotowania raportu pisemnego z przeprowadzonych badań laboratoryjnych	K_U18

P_U02	Potrafi samodzielnie uzupełniać i doskonalić nabytą wiedzę i umiejętności z wykorzystaniem różnych nośników informacyjnych	K_U21
<b>W zakresie kompetencji społecznych – student jest gotów do:</b>		
P_K01	Ma świadomość poziomu swojej wiedzy i umiejętności, dokonuje samooceny własnych kompetencji	K_K K01

Treści programowe	
Lp.	Treści programowe – wykłady
1.	Metabolizm - podstawowe pojęcia i organizacja: utlenienie biologiczne jako proces dwuetapowy, ATP jako uniwersalny nośnik energii, reakcje utlenienia i redukcji, przemiany kataboliczne i anaboliczne.
2.	Metabolizm białek: skład i ich struktura, aminokwasy, wzór ogólny i charakterystyczne grupy, wiązanie peptydowe, białka i ich struktur, białka pokarmowe jako źródło aminokwasów, aminokwasy endo- i egzogenne, trawienie białek w przewodzie pokarmowym człowieka, przemiany aminokwasów, przemiana azotu amonowego w mocznik, bilans azotowy, charakterystyka białek pod względem ich wartości biologicznej.
3.	Równowaga kwasowo-zasadowa: pojęcie pH, wartości pH komórki mięśniowej i krwi w warunkach spoczynku, oraz po wysiłku, bufora krwi, budowa hemoglobiny i mioglobiny i ich rola w zaopatrzeniu tkanek w tlen, krzywa dysocjacji oksyhemoglobiny i mioglobiny, transport CO <sub>2</sub> do płuc, efekt Bohra, karbamylhemoglobina i karboksyhemoglobina, wpływ pH na krzywą dysocjacji oksyhemoglobiny.
4.	Enzymy - podstawowe pojęcia i kinetyka: klasyfikacja enzymów, mechanizm działania enzymów, kinetyka reakcji enzymatycznej Michaelisa-Menten, wpływ temperatury i pH na aktywność enzymatyczną, witaminy jako koenzymy, enzymy regulatorowe.
5.	Węglowodany: budowa glukozy, fruktozy, laktozy, sacharozy, maltozy, skrobi i glikogenu, trawienie wielocukrów i dwucukrów w przewodzie pokarmowym człowieka, rola insuliny w transporcie glukozy do komórek mięśniowych, glikogenoliza wątrobowa i poszczególne etapy tego procesu, fosforoliza glikogenu, wątroba jako magazyn glukozy wyrzucanej do krwiobiegu w trakcie wysiłku.
6.	Glikoliza w warunkach beztlenowych: fosforylacja substratowa, tworzenie się NADH w trakcie przemiany węglowodanów w kwas pirogronowy w cytoplazmie komórki mięśniowej, kwas 1,3-dwufosfoglicerynowy i kwas fosfoenolopirogronowy jako związki wysokoenergetyczne, cykl Corich, zysk energetyczny i znaczenie glikolizy beztlenowej. Glukoneogeneza i cykl pentozowy oraz ich znaczenie w metabolizmie.
7.	Glikoliza w warunkach tlenowych: przemiana pirogronianu w acetylo-CoA, utlenienie acetylo-CoA w cyklu Krebsa, cykl Krebsa jako źródło wodorów dostarczanych na łańcuch oddechowy, udział łańcucha oddechowego jako akceptora wodorów w poszczególnych etapach utleniania glukozy, reoksydacja NADH i rola układów przenoszących wodory do mitochondrium, stres oksydacyjny indukowany nasilonym metabolizmem tlenowym, bilans energetyczny całkowitego utlenienia glukozy.
8.	Tłuszcze: tłuszcze właściwe, ich struktura i własności fizyczne, kwasy tłuszczowe (stearynowy, palmitynowy, mirystynowy), magazynowanie tłuszczów, trawienie tłuszczów w przewodzie pokarmowym człowieka, uruchamianie tłuszczów endogennych w czasie wysiłku, lipoliza w komórce tłuszczowej i wyrzucanie wolnych kwasów tłuszczowych (FFA) i glicerolu do krwi, cholesterol, lipidy i lipoproteiny krwi - ich funkcja w transporcie kwasów tłuszczowych oraz ich diagnostyczne znaczenie w chorobach wywołanych miażdżycą, prewencyjne i lecznicze działanie wysiłku fizycznego.
9.	Rozpad kwasów tłuszczowych: aktywacja kwasów tłuszczowych w cytoplazmie komórki mięśniowej, źródła kwasów tłuszczowych (lipoliza tłuszczów w komórce tłuszczowej oraz tłuszczów wewnątrzmięśniowych), rola karnityny w transporcie acylo-CoA do mitochondrium, β - oksydacja kwasów tłuszczowych i jej bilans energetyczny, produkcja ATP i zużycie tlenu przez łańcuch oddechowy w trakcie przebiegu tego procesu. Związki ketonowe i ich powstawanie podczas wysiłku.
10.	Hormony i ich rola w metabolizmie: podział hormonów ze względu na budowę chemiczną (peptydy i polipeptydy, steroidy, pochodne aminokwasów), hormony hydrofilne i lipofilne, mechanizm działania hormonów, rola cyklicznego AMP w regulacji hormonalnej, endo-, para-, i autokrynną drogą przekazu informacji biologicznej.
11.	Metabolizm wysiłkowy (część I): fosforany wysokoenergetyczne i ich pula komórkowa, bioenergetyka skurczu mięśnia, układ białek mięśnia szkieletowego w skurczu i rozkurczu, ATP jako bezpośrednie źródło energii do

	pracy mięśnia, hydroliza ATP i regulacja tego procesu poprzez zmiany stężeń jonów wapnia, resynteza ATP jako warunek kontynuacji pracy mięśniowej, fosfokreatyna jako rezerwa wiązań wysokoenergetycznych, synteza kreatyny i jej przemiana w kreatyninę, przemiana kreatyny w fosfokreatynę.
12.	Metabolizm wysiłkowy (część II): mechanizmy resyntezy ATP pozwalające na kontynuowanie pracy (resynteza ATP z fosfokreatyny, resynteza ATP przy udziale kinazy adenylanowej, system beztlenowy glikolityczno-mleczanowy, system tlenowy), podział wysiłków na tlenowe i beztlenowe w zależności od zaangażowania poszczególnych systemów resyntezy ATP, zaangażowanie poszczególnych systemów resyntezy ATP w zależności od intensywności i czasu wykonywania pracy.
13.	Metabolizm wysiłkowy (część III): dyscypliny sportowe wykorzystujące ATP i fosfokreatynę jako główne źródło energii, zmiany w poziomie ATP i fosfokreatyny w mięśniach w zależności od rodzaju i intensywności wysiłku, różnice w powysiłkowych poziomach ATP i fosfokreatyny w mięśniach osób zaadaptowanych i nie zaadaptowanych do wysiłku, biochemiczne podstawy adaptacji do treningu o charakterze beztlenowym i tlenowym, zmiana aktywności enzymów cyklu Krebsa i łańcucha oddechowego w wyniku treningu wytrzymałościowego, konsekwencje metaboliczne tego zjawiska.
<b>Lp.</b>	<b>Treści programowe – ćwiczenia</b>
1.	Powtórzenie wybranych zagadnień z chemii: nieorganicznej (stężenia roztworów, dysocjacja, iloczyn jonowy wody, pH, kwasy, zasady, sole, roztwory buforowe, indykatory pH, reakcje red-ox.) i organicznej (węglowodory, alkohole, aldehydy, ketony, kwasy organiczne, estry, aminy -grupy funkcyjne, własności fizyczne i chemiczne tych związków, rodzaje izomerii). Praca laboratoryjna: badanie kwasowości wskazanych roztworów.
2.	Aminokwasy i białka: własności fizykochemiczne tych związków, metabolizm białek i aminokwasów, cykl mocznikowy. Praca laboratoryjna: reakcje charakterystyczne dla aminokwasów i białek (reakcja ninhydrynowa i Biala), oznaczanie punktu izoelektrycznego białek.
3.	Enzymy: budowa i funkcja enzymów, rola witamin w aktywności białek enzymatycznych, zasady klasyfikacji enzymów, kinetyka reakcji enzymatycznych, enzymy regulatorowe. Praca laboratoryjna: śledzenie reakcji enzymatycznych z udziałem enzymów trawiennych (amylaza ślinowa) oraz oksydoreduktaz (katalaza), oznaczanie witaminy C.
4.	Węglowodany proste i złożone: ich budowa oraz własności, fosforoliza glikogenu. Praca laboratoryjna: reakcje charakterystyczne dla cukrów prostych i złożonych (próba Benedicta, próba z błękitem metylenowym, reakcja Seliwanowa, reakcja Biala).
5.	Metabolizm węglowodanów: glikoliza w warunkach beztlenowych i tlenowych, bilans energetyczny glikolizy w warunkach beztlenowych, tlenowa przemiana pirogronianu, cykl Krebsa i łańcuch oddechowy, bilans energetyczny glikolizy w warunkach tlenowych. Praca laboratoryjna: oznaczanie mleczanu i glukozy w osoczu krwi.
6.	Sprawdzian pisemny: z zakresu objętego ćwiczeniami 1 do 5.
7.	Tłuszcze i ich metabolizm: własności fizyczne i chemiczne tłuszczów, $\beta$ -oksydacja kwasów tłuszczowych, biosynteza kwasów tłuszczowych, ciała ketonowe. Praca laboratoryjna: wykrywanie glicerolu, reakcje charakterystyczne dla tłuszczów nienasyconych, wykrywanie cholesterolu (próba Salkowskiego).
8.	Hormony: mechanizm hormonalnego oddziaływania glukagonu i hormonów katecholowych na metabolizm glikogenu, cykliczny AMP i jego rola w regulacji hormonalnej, mechanizm działania hormonów steroidowych, mechanizm działania insuliny. Praca laboratoryjna: oznaczanie adrenaliny.
9.	Metabolizm wysiłkowy (część I): fosforany wysokoenergetyczne i ich pula komórkowa, bioenergetyka skurczu mięśnia, zaangażowanie poszczególnych systemów resyntezy ATP w zależności od intensywności pracy, pojęcie pułapu tlenowego. Praca laboratoryjna: wykrywanie kreatyniny oraz białka, cukru i ciał ketonowych w moczu.
10.	Metabolizm wysiłkowy (część II): biochemiczne podstawy adaptacji do treningu o charakterze beztlenowym i wytrzymałościowym, zmiany metaboliczne wywołane w wyniku treningu wytrzymałościowego, udział utleniania poszczególnych substratów energetycznych jako pośredniego źródła energii w warunkach spoczynku oraz przy pracy o różnych intensywnościach.

11.	Integracja metabolizmu: regulacja glikolizy w mięśni szkieletowym na poziomie fosfofruktokinazy, losy pirogronianu w mięśni i regulacja aktywności dehydrogenazy pirogronianowej, utylizacja mleczanu, mitochondrialny transport ATP, ADP, Pi, regulacja metabolizmu cukrów i kwasów tłuszczowych w mięśni szkieletowym (cykl Randle'a glukoza-kwasy tłuszczowe, recykling kwasów tłuszczowych), udział aminokwasów w glukoneogenezie.
12.	Sprawdzian pisemny: z zakresu objętego ćwiczeniami 7 do 11.
13.	Ćwiczenie dodatkowe: odrabianie zaległych ćwiczeń, poprawa koloquiów.

#### Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej

##### Literatura podstawowa:

1. Tymoczko JL, Berg JM, Stryer L. Biochemia. Krótki kurs. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2013.
2. Rodwell VW, Bender DA, Botham KM, Kennelly PJ, Weil AP. Biochemia Harpera. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2018.
3. Berg JM, Stryer L, Tymoczko JL, Gatto GJ. Biochemia. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2018.
4. Pawlak M, Podgórski T. Biochemia..czytasz i rozumiesz. AWF Poznań, 2016.

##### Literatura uzupełniająca:

1. Hames BD, Hooper NM. Biochemia. Krótkie wykłady. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2019.
2. Borkowski J. Bioenergetyka i biochemia tlenowego wysiłku fizycznego. AWF Wrocław, 2003.

#### Forma i warunki zaliczenia zajęć, w tym zasady dopuszczenia do egzaminu / zaliczenia

Student zobowiązany jest do obecności na wszystkich zajęciach ćwiczeniowych, obecność na tych zajęciach jest kontrolowana. Warunkiem uzyskania zaliczenia z ćwiczeń jest wykazanie się znajomością wszystkich zagadnień teoretycznych omawianych na wykładach i ćwiczeniach.

Zaliczenie ćwiczeń na ocenę dokonywane jest na podstawie wyników testu pisemnego (test otwarty) i przygotowania raportu pismenego z przeprowadzonych zajęć laboratoryjnych. Warunkiem uzyskania oceny pozytywnej jest udzielenie poprawnych odpowiedzi na co najmniej 51%.

Oceny częściowe uzyskane w trakcie zajęć na podstawie stopnia zaangażowania w prowadzoną dyskusję merytoryczną podczas zajęć mogą być doliczane do oceny uzyskanej z testu i uwzględniane w ostatecznej ocenie.

Zaliczenie przedmiotu dokonuje się na podstawie wyników testu egzaminacyjnego: test z wyboru, 40 pytań- 4 dystraktory dla każdego pytania, czas trwania egzaminu: 40 minut. Uzyskanie oceny pozytywnej z egzaminu wymaga udzielenia poprawnych odpowiedzi na 21 z 40 pytań.

Studenci, którzy uzyskali wynik niedostateczny w I terminie, mogą przystąpić do egzaminu w II terminie (poprawkowym). Obie oceny (niedostateczna w I terminie i pozytywna w II terminie) są wpisywane do systemu USOS.

Studenci, którzy nie zgłosili się do egzaminu w I terminie z powodu choroby (zwolnienie lekarskie), przystępują do egzaminu w II terminie, przy czym ocena ta wpisywana jest im do systemu USOS jako uzyskana w I terminie.

Osoby studiujące w ramach IOS mogą przystąpić do egzaminu w terminie (wcześniejszym lub późniejszym) uzgodnionym indywidualnie z egzaminatorem.

#### Metody sprawdzania i kryteria oceny efektów uczenia się uzyskanych przez studentów

Metody kształcące: sprawdzanie wiedzy dotyczącej omawianych zagadnień w trakcie zajęć połączone z informowaniem studenta, co powinien poprawić, czego powinien się jeszcze nauczyć, konsultacje indywidualne lub grupowe poświęcone wyjaśnieniu problemowych zagadnień zgłaszanych przez studenta

Praca własna: studiowanie wskazanych materiałów źródłowych

Metody podsumowujące: testy pisemne z zakresu treści przedstawianych na wykładach i dyskutowanych na ćwiczeniach w pierwszej (kurs 1), a następnie w drugiej połowie semestru (kurs 2).

Kryteria oceny efektów kształcenia na ocenę dst:

- student posiada elementarną wiedzę z zakresu bioenergetyki komórki
- student zna podstawowe teorie dotyczące funkcjonowania głównych szlaków metabolicznych w warunkach spoczynku i podczas wysiłku o różnym czasie trwania i intensywności
- student zna podstawowe mechanizmy regulacji przemian metabolicznych w organizmie.

#### Stosowane metody dydaktyczne

Metody podające: wykład informacyjny w formie prezentacji multimedialnej

Nauczanie problemowe: dyskusja na temat zagadnień wskazanych w sylabusie

Metody aktywizujące: wykonanie testów laboratoryjnych

Nakład pracy studenta - bilans punktów		Stacjonarne	Niestacjonarne
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim:</b>		Wykład: 26 godz.	
		Ćwiczenia: 26 godz.	
		<b>ŁĄCZNIE: 52 godz.</b>	
<b>Samodzielna praca studenta:</b>		Udział w wykładach- 26 godz.	
		Udział w ćwiczeniach- 26 godz.	
		Przygotowanie do ćwiczeń: 26 godz.	
		Przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego i egzaminu: 20 godz.	
		Udział w konsultacjach: 6 godz.	
<b>Łączny nakład pracy studenta wynosi: godzin 104, co odpowiada 4 punktom ECTS</b>			

#### Forma oceny efektów uczenia się

Przedmiotowe efekty uczenia się	Sprawdzian praktyczny	Sprawdzian/egzamin pisemny	Projekt / prezentacja	Obserwacja /dyskusja dydaktyczna
P_W01		x		x
P_W02		x		x
P_U01			x	
P_U02				x
P_K01		x		x