

KARTA KURSU

Nazwa	Fizjologia i regulacja metabolizmu	
Nazwa w j. ang.	PHYSIOLOGY AND REGULATION OF THE METABOLISM	
Koordynator	dr hab. Waldemar Szaroma Prof. UP	Zespół dydaktyczny
		dr hab. Waldemar Szaroma Prof. UP dr hab. Agnieszka Greń Prof. UP prof. dr hab. Andrzej Skoczowski dr hab. Andrzej Rzepka Prof. UP dr Zofia Goc dr Renata Muchacka dr Grzegorz Migdałek dr Grzegorz Rut
Punktacja ECTS*	5	

Opis kursu (cele kształcenia)

Poznanie praw fizjologicznych jakim podlega cały organizm oraz jego poszczególne układy, narządy, tkanki i komórki. Poznanie mechanizmów fizjologicznych regulujących funkcjonowanie całego organizmu jak i jego poszczególnych układów. Poznanie metodyki badań fizjologicznych oraz zasad opisu wyników z tych obserwacji i badań. Wskazanie różnic w metabolizmie roślin i zwierząt. Poznanie przebiegu i mechanizmów regulacji procesów życiowych u roślin. Powiązanie wpływu zewnętrznych warunków środowiska z zmianami w metabolizmie roślin. Opis podstawowych procesów fizjologicznych roślin (fotosynteza, oddychanie, transpiracja); zrozumienie mechanizmów regulacji tych procesów przez czynniki endogenne i środowiskowe.

Kształtowanie umiejętności: wykonania podstawowych badań laboratoryjnych z zakresu omawianych układów, posługiwania się specjalistycznym sprzętem laboratoryjnym i aparaturą pomiarową, analizowania, interpretowania i opisywania wyników przeprowadzonych eksperymentów i obserwacji. Współpraca w grupie.

Warunki wstępne

Wiedza	Znajomość budowy poszczególnych układów narządów zwierząt i człowieka. Znajomość podstawowych procesów biochemicznych.
Umiejętności	Systematycznego zrozumienia i interpretowania podstawowych wiadomości wynikających z treści programowych dotychczas odbytych kursów. Umiejętność powiązania budowy morfologicznej, anatomicznej i przystosowań roślin z funkcjonowaniem w różnych warunkach środowiskowych.
Kursy	Biochemia, Biologia komórki, Podstawy budowy i funkcjonowania roślin i zwierząt

Efekty kształcenia

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01. Wykazuje wiedzę na temat budowy i fizjologii wybranych procesów życiowych u roślin i zwierząt. Definiuje na czym polega homeostaza i przedstawia jej mechanizmy.	W04, W06, W07
	W02. Identyfikuje środki zapobiegające krzepnięciu krwi.	W06
	W03. Wymienia i opisuje składniki morfologiczne krwi.	W06
	W04. Objaśnia mechanizmy procesu krzepnięcia krwi, wpływ heparyny i jonów wapnia na czas krzepnięcia.	W04, W07
	W05. Charakteryzuje zjawisko hemolizy i rezystencji.	W04, W06, W07
	W06. Opisuje grupy krwi i czynnik Rh	W04, W06, W07
	W07. Zna zasady oznaczania i procedury opisu parametrów biochemicznych krwi przy użyciu metody spektrofotometrycznej.	W04, W06, W07, W22
	W08. Wykazuje wiedzę na temat budowy i funkcji układu: krążenia, hormonalnego, nerwowego pokarmowego, wydalniczego i mięśniowego.	W04, W06,
	W09. Określa znaczenie gospodarki wodnej na poziomie molekularnym, komórkowym i organizmu roślinnego.	W04, W06, W22
	W10. Opisuje mechanizmy wiązania dwutlenku węgla u roślin w powiązaniu z rozmieszczeniem geograficznym i przystosowaniami anatomicznymi i fizjologicznymi.	W04, W06,
	W11. Opisuje przebieg procesów fizjologicznych (fotosynteza, oddychanie, transpiracja) u organizmów roślinnych.	W04, W06, W22
	W12. Rozumie znaczenie fitohormonów dla prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin.	W04, W06, W23
	W13. Tłumaczy przebieg procesów fizjologicznych zachodzących na poszczególnych etapach wzrostu i rozwoju organizmu roślinnego.	

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Umiejętności	U01 Umie pobierać krew z zachowaniem środków ostrożności i przepisów BHP.	U03, U05,
	U02 Umie wykonać rozmaz krwi, wybarwić go i prawidłowo obliczyć leukogram wg. Schillinga.	U03, U05,
	U03 Oblicza ilości leukocytów, erytrocytów i trombocytów w 1mm ³ krwi.	U03, U05,
	U04 Bada zachowanie się erytrocytów w roztworach o różnym stężeniu.	U03, U05,
	U05 Wykonuje oznaczenia grup krwi.	U03, U05,
	U06 Oznacza spektrofotometrycznie wybrane parametry biochemiczne krwi.	U03, U05,
	U7 Mierzy ciśnienie krwi.	U03, U05,
	U8 Wykonuje enzymatyczny rozkład białka, skrobi i lipidów pod wpływem enzymów.	U03, U05,
	U9 Wykrywa składniki nieorganicznych w ślinie.	U03, U05,
	U10 Wykrywa cukry, białka, ciała ketonowe, barwniki żółciowe, urobilinogen i składniki nieorganiczne w moczu.	U03, U05,
	U11 Analizuje osad moczu pod mikroskopem.	U03, U05,
	U12 Uczy się samodzielnie wyznaczonych zagadnień	U01, U02,
	U13. Przeprowadza eksperymenty wyjaśniające przebieg i mechanizm regulacji procesów w gospodarce wodnej i mineralnej na poziomie komórki i organizmu roślinnego.	U03, U05,
	U14. Weryfikuje wpływ czynników egzo i endogennych na intensywność przebiegu podstawowych procesów fizjologicznych u roślin.	U03, U05,
	U15 Dokonuje analizy przebiegu danego procesu życiowego w powiązaniu z środowiskiem życia rośliny, korzystając z różnych źródeł wiedzy.	U01, U03, U05,
	U16 Wykorzystuje znajomość obsługi aparatury laboratoryjnej niezbędnej w pracy doświadczalnej.	U03, U05,

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Kompetencje społeczne	K01 Rozumie konieczność uczenia się ustawicznego.	K01
	K02 Jest odpowiedzialny za powierzony sprzęt i własną pracę oraz szanuje pracę innych.	K05
	K03 Krytycznie podchodzi do informacji upowszechnianych w mediach, szczególnie z zakresu nauk fizjologicznych.	K01
	K04 Efektywnie działa indywidualnie według wskazówek oraz wykazuje zdolność do pracy w zespole.	K05
	K05 Świadomie stosuje zasady bioetyki.	K06
	K06 Jest przygotowany do działania w stanach nagłego zagrożenia.	K05

Organizacja											
Forma zajęć	Wykład (W)	Ćwiczenia w grupach									
		A		K		L		S		P	E
Liczba godzin	20					50					

Opis metod prowadzenia zajęć

Wykład z prezentacją.

Wykłady (prezentacja multimedialna). Przebieg podstawowych procesów fizjologicznych u organizmów roślinnych. Współdziałanie i regulacja procesów metabolicznych w roślinach. Gospodarka wodna i mineralna komórki i organizmu roślinnego. Przebieg procesu fotosyntezy i wpływ czynników zewnętrznych na jego natężenie. Produkcja materii organicznej w środowisku wodnym i lądowym. Mechanizm wiązania dwutlenku węgla. Rola sygnalizacji wewnątrz i międzykomórkowej.

Ćwiczenia laboratoryjne: eksperymenty wyjaśniające prawa i przebieg: gospodarki wodnej i mineralnej na poziomie komórki i organizmu roślinnego. Wpływ czynników zewnętrznych na natężenie fotosyntezy i oddychania, rola barwników fotosyntetycznych w procesie asymilacji energii świetlnej. Wpływ czynników endogennych i środowiskowych na kiełkowania nasion, działanie regulatorów wzrostu i rozwoju.

Formy sprawdzania efektów kształcenia

	E – learning	Gry dydaktyczne	Ćwiczenia w szkole	Zajęcia terenowe	Praca laboratoryjna	Projekt indywidualny	Projekt grupowy	Udział w dyskusji	Referat	Praca pisemna (esej)	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Inne
W01					X			X			X		
W02					X			X			X		
W03					X			X			X		
W04					X			X			X		
W05					X			X			X		
W06					X			X			X		
W07					X			X			X		
W08					X			X			X		
W09								X			X		
W10								X			X		
W11								X			X		
W12								X			X		
W13								X			X		
U01					X						X		
U02					X						X		
U03					X						X		
U04					X						X		
U05					X						X		
U06					X						X		
U07					X						X		
U08					X						X		
U09					X						X		
U10					X						X		

U11					X						X		
U12					X			X			X		
U13					X			X					
U14					X			X					
U15					X			X					
U16					X			X					
K01					X			X			X		
K02					X						X		
K03					X			X			X		
K04					X						X		
K05					X						X		
K06					X						X		

Kryteria oceny	Zaliczenie ćwiczeń z fizjologii i regulacji metabolizmu u zwierząt i człowieka z oceną przez prowadzącego zajęcia. Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych z fizjologii i regulacji metabolizmu roślin na podstawie kolokwium zaliczeniowego i oceny sprawozdań. Egzamin ustny z fizjologii i regulacji metabolizmu u zwierząt i człowieka, roślin obejmuje pytania z zakresu programowego ćwiczeń i wykładów. Ocena końcowa egzaminu ustnego uzależniona jest od stopnia opanowania wiedzy i umiejętności studenta.
----------------	---

Uwagi	Obecność na zajęciach obowiązkowa – kontrola obecności na każdym wykładzie i ćwiczeniach laboratoryjnych.
-------	---

Treści merytoryczne (wykaz tematów)

1. Organizacja i funkcjonowanie organizmu człowieka. Pojęcie homeostazy i jej składowe. Sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Skład płynu zewnątrz- i wewnątrzkomórkowego. Potencjał spoczynkowy błony komórkowej. Potencjał czynnościowy i jego elementy.
2. Procesy powstawania poszczególnych rodzajów krwinek. Rola krwi w organizmie. Właściwości i podstawowe funkcje erytrocytów, leukocytów i trombocytów. Hemoglobina i oksyhemoglobina. Osocze krwi. Transport gazów oddechowych przez krew.
3. Wartości referencyjne dla człowieka zdrowego ilości erytrocytów, leukocytów i trombocytów, stężenia hemoglobiny oraz zawartości w surowicy krwi białka całkowitego, glukozy, cholesterolu i trójglicerydów. Odporność wrodzona i nabyta. Mechanizm krzepnięcia krwi. Grupy krwi i czynnik Rh.
4. Właściwości mięśnia sercowego. Układ bodźcowo-przewodzący serca. Krążenie wieńcowe. Mechanizmy regulujące układ sercowo-naczyniowy. Ciśnienie krwi. Anomalie w pracy serca.
5. Funkcjonowanie układu pokarmowego i jego regulacja. Trawienie i wchłanianie białek, węglowodanów i tłuszczów. Metabolizm białek, lipidów, cukrów i kwasów nukleinowych. Bilans energetyczny organizmu.
6. Fizjologia mięśni poprzecznie prążkowanych i mięśni gładkich. Funkcje mięśni szkieletowych. Struktura sarkomeru. Molekularny mechanizm skurczu. Elektrofizjologia komórki mięśniowej. Metabolizm energetyczny mięśni szkieletowych.
7. Fizjologia układu wydalniczego. Funkcje nerek. Powstawanie moczu w nefronie. Skład i właściwości moczu.

8. Budowa i funkcje ośrodkowego układu nerwowego. Regulacyjna i integracyjna rola układu nerwowego i hormonalnego. Rytmu okołodobowe u człowieka. Struktury istotne dla funkcji zegara biologicznego człowieka. Fizjologia snu.

Fizjologia krwi.

1. Sporządzanie rozmazu krwi człowieka oraz jego utrwalenie. Ogólna analiza morfologiczna krwi w rozmazie nie barwionym i barwionym metodą Pappenheima.
2. Obliczanie stosunków procentowych białych ciałek krwi. Wylizanie wzoru Arnetha.
3. Metody liczenia elementów u postaciowanych krwi metodą klasyczną oraz przy zastosowaniu analizatora hematologicznego. Obliczanie ilości leukocytów i erytrocytów i płytek krwi w 1mm^3 krwi.
4. Hemoliza krwinek. Zachowanie się erytrocytów w roztworach o różnym stężeniu. Oznaczenie stężenia hemoglobiny metodą spektrofotometryczną. Oznaczenie grup krwi i czynnika Rh.
5. Oznaczenie stężenia glukozy w pełnej krwi za pomocą glukometru i w surowicy krwi metodą spektrofotometryczną. Analiza stężenia białka całkowitego, cholesterolu i triacylogliceroli, kwasu moczowego i mocznika w surowicy krwi.

Fizjologia układu pokarmowego.

6. Otrzymywanie śliny. Enzymatyczny rozkład białka, skrobi i lipidów pod wpływem enzymów. Wykrywanie składników nieorganicznych w ślinie.

Fizjologia układu wydalniczego.

7. Biochemiczne badanie moczu. Wykrywanie cukrów, białek, ciał ketonowych, barwników żółciowych, urobilinogenu i składników nieorganicznych w moczu). Mikroskopowe badanie osadu moczu.

Fizjologia układu mięśniowego.

8. Oznaczenie aktywności acetylocholinoesterazy w mózgu, mięśni gładkim, szkieletowym i mięśni sercowym.

Fizjologia i regulacja metabolizmu roślin - wykłady

I. Gospodarka wodna

1. Gospodarka wodna komórki roślinnej

- 1.1. Woda i jej unikalne własności fizyko-chemiczne
- 1.2. Ruch wody może być regulowany przez dyfuzję lub przepływ masowy
- 1.3. Osmoza jako dyfuzja wody przez półprzepuszczalne membrany
- 1.4. Ciśnienie hydrostatyczne i osmotyczne jako dwie składowe potencjału wody
- 1.5. Dynamiczny przepływ H_2O jest połączony ze zmianami w potencjale wody
- 1.6. Akwaporyny ułatwiają komórkowy ruch wody
2. Relacje wodne w całej roślinie
- 2.1. Transpiracja jako efekt różnicy w prężności pary
- 2.2. Wpływ czynników środowiska na szybkość transpiracji
- 2.3. Przewodzenie wody przez elementy trachealne
- 2.4. Transport ksylemowy tłumaczy połączenie transpiracji z siłami kohezyjnymi wody
- 2.5. Pobieranie wody przez korzeń
- 2.6. Parcie korzeniowe

II. Korzenie, gleby i pobór składników odżywczych

1. Gleba jako rezerwuár składników pokarmowych
2. Pobieranie składników odżywczych
3. Selektywna akumulacja jonów przez korzenie
4. Pompy elektrochemiczne są kluczowe dla aktywnego transportu komórkowego
5. Komórkowe procesy pobierania jonów są interaktywne
6. Intensywność pobierania jonów zależy od architektury systemu korzeniowego
7. Droga transportu jonów w korzeniu
8. Interakcja korzeń-drobnoustroje, zjawisko mikoryzy

III. Rośliny i nieorganiczne substancje pokarmowe

1. Metody i pożywki
2. Podstawowe składniki pokarmowe (makroelementy)
3. Mikroelementy
4. Funkcje nutrientów i objawy niedoboru
5. Toksyczność mikroelementów

6. Prawa rządzące gospodarką mineralną

IV. Pochłanianie energii w procesie fotosyntezy – absorpcja energii światła słonecznego

1. Fizyczna natura światła, promieniowanie PAR,
2. Barwniki związane z procesem fotosyntezy: chlorofile, fikobiliny, karotenoidy oraz flawonoidy jako fotoprotektanty
3. Rola liści w procesie fotosyntezy, losy promieniowania świetlnego docierającego do liści (absorbpcja, transmisja i refleksja)
4. Fotosynteza jako proces oksydacyjno-redukcyjny
5. Fotosyntetyczny transport elektronów
6. Fotofosforylacja jest zależną od światła syntezą ATP
7. Ocena sprawności fotosystemu II na podstawie krzywej indukcji kinetyki fluorescencji chlorofilu a

V. Pochłanianie energii w procesie fotosyntezy – asymilacja CO₂

1. Rośliny C₃ i Cykl Calvina – Bensona – mechanizm wiązania CO₂
2. Rośliny C₄ - adaptacja do wysokiej temperatury i suszy – mechanizm wiązania CO₂
3. Rośliny CAM - adaptacja do życia w warunkach pustynnych - mechanizm wiązania CO₂
4. Krzywa świetlna fotosyntezy (zależność natężenia fotosyntezy od natężenia światła)

VI. Oddychanie komórkowe: uwolnienie energii przechowywanej w fotoasymilatach

1. Glikoliza i cykl Krebsa
2. Łańcuch oddechowy
3. Zależność intensywności oddychania od warunków środowiska

VII. Przemiana materii – zarys

1. Lipidy
2. Białka
3. Cukry

VIII. Hormony „stare” i „nowe” – zarys

1. Auksyny, gibereliny, cytokiny
2. Kwas abscysynowy, etylen, jasmoniany i brasinosteroidy

Fizjologia i regulacja metabolizmu roślin - ćwiczenia

I PĘCZNIE

- Ćwiczenie 1. Zmiana wagi i objętości nasion podczas pęcznienia
Ćwiczenie 2. Wpływ temperatury na szybkość i stopień pęcznienia
Ćwiczenie 3. Wpływ stężenia roztworu na pęcznienie
Ćwiczenie 4. Wpływ pH na pęcznienie
Ćwiczenie 5. Ciśnienie wywołane przez pęczniejące nasiona

KOLOIDY

- Ćwiczenie 1. Właściwości koloidów. Ruchy Browna
Ćwiczenie 2. Efekt Tyndalla
Ćwiczenie 3. Adsorpcja elektrostatyczna
Ćwiczenie 4. Koagulacja i wysalanie koloidów hydrofilowych
Ćwiczenie 5. Oddziaływanie koloidu hydrofilowego na hydrofobowy

II GLEBY

- Ćwiczenie 1. Szybkość i wysokość podsiąkania wody w glebie
Ćwiczenie 2. Względna przewodność gleby
Ćwiczenie 3. Pomiar szybkości przesiąkania wody przez glebę i oznaczenie pojemności wodnej gleby
Ćwiczenie 4. Właściwości sorpcyjne gleby

GOSPODARKA MINERALNA ROŚLIN

- Ćwiczenie 1. Oznaczenie świeżej i suchej masy
Ćwiczenie 2. Oznaczenie zawartości popiołu w suchej masie
Ćwiczenie 3. Sucha destylacja materiału roślinnego
Ćwiczenie 4. Niezbędność azotu, fosforu, potasu i magnezu dla roślin na przykładzie wzrostu fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.). Kultury piaskowe

III FERMENTACJA

Ćwiczenie 1. Fermentacja alkoholowa - analiza jakościowa

Ćwiczenie 2. Fermentacja alkoholowa – analiza ilościowa

Ćwiczenie 3. Wykrywanie kwasu mlekowego

Ćwiczenie 4. Fermentacja octowa

ODDYCHANIE

Ćwiczenie 1. Wydzielanie CO₂ przez żywe i martwe nasiona

Ćwiczenie 2. Pomiar natężenia oddychania metodą Pettenkofera

Ćwiczenie 3. Wpływ temperatury na natężenie oddychania

Ćwiczenie 4. Pomiar zmian temperatury podczas oddychania

IV BARWNIKI ROŚLINNE

Ćwiczenie 1. Ekstrakcja barwników liścia etanolem i rozdział metodą Krausego

Ćwiczenie 2. Własności chemiczne chlorofilu

Ćwiczenie 3. Chromatografia bibułowa

Ćwiczenie 4. Antocyjany i β – antocyjany

FOTOSYNTeza

Ćwiczenie 1. Niezbędność światła i dwutlenku węgla w procesie fotosyntezy

Ćwiczenie 2. Wpływ czynników zewnętrznych na intensywność fotosyntezy.

a) Wpływ natężenia światła na intensywność fotosyntezy

b) Wpływ długości fali świetlnej na intensywność fotosyntezy

c) Wpływ temperatury na intensywność fotosyntezy

V PAROWANIE I PRZEWODZENIE WODY I

Ćwiczenie 1. Oznaczenie stopnia rozwarcia szparek w liściach trzykrotki o różnym turgorze

Ćwiczenie 2. Ustalenie bilansu wodnego rośliny za pomocą potometru

Ćwiczenie 3. Wagowy pomiar transpiracji

Ćwiczenie 4. Efekty brzeżne parowania

PAROWANIE I PRZEWODZENIE WODY II

Ćwiczenie 1. Obserwacja zjawiska gutacji, czyli skraplania wody przez liście

Ćwiczenie 2. Badanie odporności roślin na działanie deficytu wody

Ćwiczenie 3. Droga przepływu wody w roślinie

Ćwiczenie 4. Wpływ temperatury na absorpcję wody przez korzenie

VI WZROST I ROZWÓJ I

Ćwiczenie 1. Zdolność kiełkowania nasion

Ćwiczenie 2. Naturalne inhibitory kiełkowania

Ćwiczenie 3. Konieczność dostępu tlenu w czasie kiełkowania nasion

Ćwiczenie 4. Aktywacja enzymów w czasie kiełkowania

WZROST I ROZWÓJ II

Ćwiczenie 1. Wpływ światła na szybkość wzrostu

Ćwiczenie 2. Rola liścieni w procesie wzrostu siewek

Ćwiczenie 3. Wpływ substancji allelopatycznych na wzrost i rozwój roślin

Ćwiczenie 4. Lotne związki chemiczne wpływ na kiełkowanie nasion

Wykaz literatury podstawowej

Ganong W.F.2007. Fizjologia .PZWL.

Krzymowski T. 2005 Fizjologia zwierząt PWRiL.

Jaworek J. 2012. Podstawy fizjologii medycznej. Wydawnictwo Medycyna Praktyczna, Kraków.

Kopcewicz J., Lewak S.: Fizjologia roślin. PWN, Warszawa, 2012

Kozłowska M.: Fizjologia roślin. PWRiL, Poznań, 2007

Szwejkowska A.: Fizjologia roślin. WN UAM Poznań, 1997

Kopcewicz J., Lewak S.: Podstawy fizjologii roślin. PWN, Warszawa, 1998

Wykaz literatury uzupełniającej

1. Szaroma W. 1994. Ocena aktywności wybranych enzymów glikolitycznych w określonych narządach myszy po ogólnoustrojowym podaniu kwasu kainowego. Rocznik Naukowo -Dydaktyczny WSP Kraków, Prace Fizjologiczne. Nr IV (173): 137-148.
2. Dziubek K., Koczanowski B., Lach H., Szaroma W. 1997. Hormonalna regulacja organizmu. Biologia w Szkole. Nr 2/1997 : 87- 94.
3. Szaroma W. 2005. „Wpływ aminokwasów pobudzających na aktywność acetylocholinoesterazy i na okołodobową rytmikę aktywności lokomotorycznej myszy” Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie. Prace Monograficzne nr 422. pp. 1-188.
4. Szaroma W., Dziubek K. 2011. Changes in the amount of reduced glutathione and activity of antioxidant enzymes in chosen mouse organs influence by zymosan and melatonin administration. Acta Biologica Hung. 62 (2): 133-141.
5. Szaroma W., Dziubek K., Greń A., Kreczmer B., Kapusta E. 2012. *Influence of the kainic acid on antioxidant status in the brain, liver and kidneys of the mouse.* Acta Physiol. Hung. 99 (4): 447-459.
6. Goc Z., Greń A., Kapusta E., Dziubek K., Szaroma W. 2015. Antioxidative effects of α -lipoic acid in the brain, liver and kidneys in chosen mouse organs exposed to zymosan. Acta Biol. Hung. 66 (3), 258-269.
7. Greń A., Massanyi P. 2016. Antidiabetic and antioxidant potential of plant extracts. Slovak University of Agriculture in Nitra as a scientific monography on july, 14, 2016.
8. Goc Z., Szaroma W., Kapusta E., Dziubek K. 2017. Protective effects of melatonin on the activity of SOD, CAT, GSH-Px and GSH content on the selected organs of mice after administration of SNP. Chinese Journal of Physiology. 60 (1), 1-10.
9. Górecki R.J., Grzesiuk S.: Fizjologia plonowania roślin. UW-M Olsztyn, 2002
10. Hall D.O., Rao K.K.: Fotosynteza. Wydawnictwa Naukowo Techniczne, Warszawa, 1999
11. Skrabka H.: Roślina a środowisko. Sposoby przystosowania się roślin do warunków stresowych. Wyd. Akad. Rolniczej, Wrocław, 1992
12. Skrabka H.: Zasady regulacji metabolizmu u roślin. Wyd. Akad. Rolniczej, Wrocław, 1996
13. Starck Z., D. Chołuj, B. Niemyska.: Fizjologiczne reakcje roślin na niekorzystne czynniki środowiska. Wyd. SGGW, Warszawa, 1995
14. Grzesiak, M.T., Rzepka, A., Hura, T., Grzesiak, S. (red.). (2016). Plant functioning under environmental stress. Kraków: The F. Górski Institute of Plant Physiology : Polish Academy of Sciences
15. Grzesiak, M.T., Rzepka, A., Hura, T., Grzesiak, S. (red.). (2013). Plant functioning under environmental stress. Kraków: The F. Górski Institute of Plant Physiology : Polish Academy of Sciences
16. Możdżeń K., Wanic T., Rut G., Łaciak T., Rzepka A. 2016 Toxic effect on the physiological processes in *Pinus sylvestris* L. grown under high copper content Photosynthetica 54: DOI: 10.1007/s11099-016-0229-3

Bilans godzinowy zgodny z CNPS (Całkowity Nakład Pracy Studenta)

liczba godzin w kontakcie z prowadzącymi	Wykład	20
	Konwersatorium (ćwiczenia, laboratorium itd.)	50
	Pozostałe godziny kontaktu studenta z prowadzącym	10
liczba godzin pracy studenta	Lektura w ramach przygotowania do zajęć	20

bez kontaktu z prowadzącymi	Przygotowanie krótkiej pracy pisemnej lub referatu po zapoznaniu się z niezbędną literaturą przedmiotu	
	Przygotowanie projektu lub prezentacji na podany temat (praca w grupie)	
	Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	30
Ogółem bilans czasu pracy		130
Liczba punktów ECTS w zależności od przyjętego przelicznika		5