

VILNIAUS PEDAGOGINIS UNIVERSITETAS  
GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS  
BOTANIKOS KATEDRA

*STUDIJŲ PROGRAMA*  
***AUGALŲ FIZIOLOGIJA***

*(Aukštųjų studijų bakalauro kursas, biologijos specialybė)*

Vilnius, 2003

Programa svarstyta Vilniaus pedagoginio universiteto Botanikos  
katedroje (2003 03 05 posėdžio protokolo Nr.9)

Programą parengė  
doc. dr. **Jonas Žemėnas**  
Programą recenzavo:  
prof. hab. dr. **Jonas Galvydis**  
lektorius **Kęstutis Grinkevičius**

©Vilniaus pedagoginis universitetas

<b>Studijų laikas:</b>	V, VI semestrai
<b>Modulio apimtis:</b>	6 kreditai (240 val.)
<b>Teorinis kursas:</b>	(paskaitos) 1,2 kredito (48 val.)
<b>Laboratoriniai darbai:</b>	1,6 kredito (64 val.)
<b>Mokomoji praktika:</b>	0,9 kredito (36 val.)
<b>Savarankiškas darbas:</b>	2,3 kredito (92 val.)
<b>Atsiskaitymo forma:</b>	V semestre – egzaminas, VI semestre – egzaminas



## ĮVADAS

Augalų fiziologija – botanikos mokslo šaka, nagrinėjanti augalų gyvybinius reiškinius, procesus, vykstančius organizmų, atskirų organų, ląstelių bei molekuliniam lygmenyse. Šiandien, ypač sparčiai vystantis molekulinės biologijos mokslui, biotechnologijoms, ypatingą reikšmę įgauna augaluose vykstančių fiziologinių procesų nagrinėjimas molekuliniam lygmenyje. Tik tokiu keliu einant galima geriau suprasti ir įsisavinti ne tik bendruosius augalų augimo, vystymosi fiziologinius procesus, bet ir jų vyksmo ląstelėse mechanizmą, parodyti jų struktūros ir funkcijos tarpusavio ryšį.

Nepaprastai svarbios tos principinės augalų funkcinės savybės, kurios juos išskiria iš visų kitų gyvosios gamtos organizmų formų. Tai-fotosintezė, kurią tiria augalų fiziologijos mokslas, parodanti kokią reikšmę turi šviesos energija, kaip ji paverčiama chemine energija, leidžiančia augalui įsisavinti neorganinius junginius bei panaudoti juos organinių medžiagų sintezei.

**Studijų objektas** – ontogenezės proceso eigoje augaluose vykstančių fiziologinių procesų analizė ir jų vertinimas.

**Tikslas** – susipažinti su augaluose vykstančiais gyvybiniais procesais, apibrėžti jų dėsningumus ir, jais vadovaujantis, numatyti augalų augimo bei vystymosi reguliavimo būdus, bei integruoti augalų fiziologijos mokslo žinias į botanikos, bendrosios biologijos ir molekulinės biologijos dėstymo turinį.

### **Uždaviniai:**

- suteikti studentams papildomų žinių apie specifinę augalinės ląstelės struktūrą bei cheminę sudėtį,
- išnagrinėti, kaip augalai iš aplinkos paima vandenį, anglies dioksidą, mineralinių medžiagų jonus ir kaip iš jų sintetina organinės medžiagos,
- išsiaiškinti, koks yra organinių medžiagų sintezės mechanizmas fotosintezės proceso metu bei koku būdu skaido jas kvėpuodami, taip apsirūpindami energija, reikalinga reakcijų eigai, medžiagų pernešimui ir kt.
- išnagrinėti, koks augalų masės bei tūrio augimo mechanizmas, koku būdu susidaro nauji audiniai bei organai, kokie

# DARBO TURINYS

## Paskaitų tematika

### V semestras

**1 tema. Įvadas. Augalų fiziologijos mokslo vystymosi svarbiausi etapai. Augalų fiziologija Lietuvoje.**

*Trukmė – 2 val.*

Augalų fiziologijos mokslo samprata, objektas, tikslas ir uždaviniai. Augalų fiziologija – eksperimentinės botanikos šaka: svarbiausi fizikiniai, cheminiai, biocheminiai, matematiniai metodai bei jų taikymas.

Teorinė ir praktinė augalų fiziologijos reikšmė žemdirbystėje, kuriant ekologines sistemas, sprendžiant gamtos saugos problemas.

Trumpa augalų fiziologijos mokslo istorija. Šio mokslo vystymasis Lietuvoje, žymiausi Lietuvos mokslininkai ir jų darbai.

Augalų fiziologijos studijavimo reikšmė pagrindinių bei vidurinių mokyklų mokytojams.

**Vaizdumo priemonės:** paveikslai, skaidruolės, nuotraukos.

**Literatūra:** 1, 10, 11, 32

**2 tema. Augalo ląstelės biochemija ir fiziologija: struktūra, cheminė sudėtis, medžiagų patekimas, dirgikliai.**

*Trukmė – 4 val.*

Augalo ląstelės tyrimų istorija, jos struktūriniai ir biocheminiai savitumai lyginant su gyvūnų ląstele.

Augalo ląstelės cheminė sudėtis: baltymai ir nukleorūgštys – svarbiausios medžiagos, sąlygojančios gyvybinę veiklą, angliavandeniai – pagrindinė augalo ląstelės sienelių sudedamoji dalis, lipidai ir jų fiziologinis vaidmuo.

Pagrindiniai struktūriniai augalo ląstelės komponentai. Ląstelės sienelė, jos formavimasis, sandara. Plazmolema, jos struktūra ir funkcija. Plastidė – specifinis augalo ląstelės organoidas: formavimasis, sandara, funkcijos. Vakuolė – augalo ląstelės vandens ir jame ištirpusių cheminių junginių talpykla. Tonoplasto reikšmė. Branduolio reikšmė. Branduolio sandara ir funkcija.

Vandens patekimo į ląstelę būdai: brinkimas, difuzija, osmosas. Turgorinio slėgio charakteristika. Jų susidarymo mechanizmas ir reikšmė. Neorganinių ir organinių medžiagų jonų patekimo į ląstelę keliai: pasyvus ir aktyvus transportas, citozė. Citoplazmos klampumas ir laidumas. Jų priklausomybė nuo aplinkos sąlygų.

Augalo ląstelės dirglumas: dirgiklių recepcija, perdavimas, atsakomoji reakcija ir reikšmė.

**Vaizdumo priemonės:** skaidruolės paveikslai.

**Literatūra:** 1, 5, 9, 10, 22, 32

### **3 tema. Augalų vandens apykaita.**

*Trukmė – 4 val.*

Augalų vandens apykaitos sąvoka. Vandens sandara, fizinės bei cheminės savybės, jo kiekis skirtingos anatomicinės ir cheminės sandaros augaluose, atskiruose organuose ir reikšmė augimo bei morfogenezės procesuose.

Vandens patekimo į augalą mechanizmas: šakninis slėgis, siurbiamoji jėga, ašarojimas ir gutacija.

Vandens formos dirvožemyje: gravitacinis, kapiliarinis ir plėvelinis, jų prieinamumas augalams. Vandens įsisavinimo antžemine dalimi galimybė.

Vandens judėjimo nuo šakniaplaukių iki lapų keliai ir mechanizmas, judėjimo greičio priklausomybė nuo anatomicinės augalo sandaros, vidinių ir išorinių veiksnių.

Transpiracijos sąvoka, formos, reikšmė. Žiotelės – svarbiausia lape vieta, per kurią garinamas perteklinis vanduo. Žiotelių varstymosi būdai. Svarbiausi transpiracijos rodikliai, jų charakteristika. Transpiracijos eiga paros bėgyje. Aplinkos ir vidinių veiksnių įtaka transpiracijai.

Augalo vandens balansas, jo reikšmė. Vytimo, vandens deficito įtaka augalo fiziologinių procesų eigai. Įvairių ekologinių grupių augalų vandens apykaita.

Augalo vandens apykaita ir derlingumas

**Vaizdumo priemonės:** paveikslai, skaidruolės, lentelės.

**Literatūra:** 1, 6, 9, 12, 16, 22, 32.

vidiniai ir išorės faktoriai šiuos procesus veikia,

- išstudijuoti, kaip pasireiškia augalų atsparumas nepalankiems aplinkos faktoriams, kaip jie reaguoja į dirgiklius, koku būdu prisitaiko prie šių faktorių.

**Reikšmė:** augalų fiziologijos žinios reikalingos augalinio pasaulio, kaip vientiso gyvo organizmo fiziologinių funkcijų apibūdinimui, jų mechanizmo pažinimui bei įvertinimui.

**Pagrindinės temos ir jų trukmė:** augalinės ląstelės svarbiausi organoidai, jų funkcija, cheminė sudėtis, vandens bei mineralinių medžiagų įsisavinimo būdai, jų reikšmė, fotosintezės ir kvėpavimo mechanizmai, jų reikšmė augalo augimui, vidinių ir išorinių faktorių įtaka ontogenezės procesams.

Teoriniam kursui skiriama 1,2 kredito (48 val.). Gautos žinios gilinamos ir įtvirtinamos laboratorinių darbų (1,6 kredito, 64 val.) ir mokomosios lauko praktikos (0,9 kredito 36 val.) metu. Nemažą kurso dalį studentai įsisavina savarankiškai vykdant programoje numatytas užduotis (2,3 kredito, 92 val.).



#### **4 tema. Augalų mityba per šaknis.**

*Trukmė – 6 val.*

Augalų mitybos per šaknis tyrimų svarbiausi etapai. Thero, Helmonto, Libicho, Sachso, Vinogradskio darbai. Mineralinės mitybos darbai Lietuvoje: S. Stašauskaitės, V. Vonsavičienės darbai.

Augalų cheminės sudėties charakteristika. Makro- ir mikroelementų reikšmė. Jonų tarpusavio sąveika.

Augalų mitybos azotu būdai: amonifikacija, nitrifikacija, azoto fiksavimas. Azoto apykaita atmosferoje ir litosferoje.

Sieros, fosforo, kalcio, magnio, kalio, geležies įsisavinimo keliai ir jų reikšmė organinių medžiagų sintezei bei apykaitai.

Svarbiausi mikroelementai: manganas, varis, cinkas, molibdenas, boras ir kt. Jų fiziologinė reikšmė.

Pusiau parazitų, parazitų ir vabzdžiaėdžių augalų mitybos ypatumai bei reikšmė.

Jonų patekimo į augalus mechanizmo aiškinimas. Medžiagų judėjimo pro ląstelių plazmolemos membranas teorijos. Pernešėjų vaidmuo. Membranų elektrocheminio potencialo reikšmė jonų transportui. Joniniai siurbliai, jų veikimo mechanizmas. Jonų patekimo į audinius priklausomybė nuo išorinių ir vidinių veiksnių.

Augalų tręšimo fiziologiniai pagrindai. Vandens, smėlio, dirvožemio kultūros. Subalansuoti mitybiniai tirpalai. Hidroponika. Sterilios (meristeminės) kultūros, jų reikšmė šiuolaikinėms biotechnologijoms. Vegetacinių ir lauko bandymų atlikimo metodika.

Augalų poreikis mineralinėms trąšoms skirtingu jų vystymosi metu. Tręšimo optimizacijos vaidmuo didinant augalų derlingumą.

**Vaizdumo priemonės:** skaidruolės, lentelės, paveikslai.

**Literatūra:** 1, 2, 8, 9, 12, 16, 30, 31, 32.

#### **5 tema. Fotosintezė.**

*Trukmė – 10 val.*

Autotrofinio ir heterotrofinio augalų mitybos būdų charakteristika ir reikšmė.

Fotosintezės atradimo ir tyrimo istorija. D. Prystlio, I. Ingelhauso, Ž. Senabje, T. Sosiūro ir kitų mokslininkų darbai. Fotosintezės tyrimų metodai.

Lapų, kaip svarbiausių fotosintezės organų, sandaros ypatumai. Chloroplastų atsiradimo evoliucijos procese hipotezės, jų ontogenezė, cheminė sudėtis, sandara ir vaidmuo fotosintezėje.

Lapų pigmentų skirstymas. Chlorofilų tipai, sintezė, cheminė sandara, chlorofilų cheminės bei fizinės savybės. Šviesos spektro reikšmė fotosintezei ir chlorofilo funkcinėms savybėms. Chlorofilo molekulių sužadavimo mechanizmas ir šviesos energijos pavertimas chemine, šilumine ir kt. energijos formomis.

Karotinoidai ir fikobilinai: sintezė, sandara, klasifikavimas, reikšmė fotosintezės proceso eigoje.

Apsauginiai pigmentai: antocianai, flavonai, jų dariniai.

Fotosintezės cheminė eiga. Šviesos fazės charakteristika. F. Bekmano, R. Emersono, V. Arnoldo, darbų reikšmė. Fotosintezės I ir II sistemos, jų kompleksų sudėtis, funkcijos. Neciklinė elektronų pernaša–vienintelis vandens skaidymo būdas, kurio metu susidaro laisvas deguonis. R. Teis, S. Rubeno, I. Vinogradovo darbai. Ciklinė elektronų pernaša, jos eiga bei reikšmė fotosintezės šviesos fazėje. Fotosintetinis fosforilinimas–ATP sintezė panaudojant šviesos energiją. ATP sintezė tilakoidų membranose.

Tamsos fazė - šviesinės fotosintezės fazės produktų - ATP ir NADPH - panaudojimas anglies įsisavinimui. Anglies asimiliavimo  $C_3$  kelio (Kalvino ciklo) etapai bei jų cheminė eiga ir galutiniai produktai. Anglies asimiliavimo  $C_4$  kelias (Hetčo-Sleko ciklas). Jo specifiskumas augalų anatominės sandaros atžvilgiu.  $C_4$  kelio cheminė eiga. Obuolių ir piruvo rūgštis reikšmė. Anglies asimiliavimo CAM kelias. Jo cheminės eigos priklausomybė nuo žiotelių atvirumo ir uždarumo.

Bakterijų fotosintezės ypatumai. Chemosintezė.

Fotokvėpavimas, jo eiga ir reikšmė.

Fotosintezės priklausomybė nuo aplinkos ir vidinių augalo sąlygų (apšvietimo, temperatūros,  $CO_2$  vandens kiekio, chlorofilo kiekio, lapų amžiaus ir kt.).

Augalų produktyvumo priklausomybė nuo fotosintezės intensyvumo. Fotosintezės efektyvumo ir ūkinio efektyvumo koeficientai.

**Vaizdumo priemonės:** paveikslai, skaidruolės.

**Literatūra:** 1, 3, 9, 17, 25, 27, 32, 35.

## **6 tema. Augalų kvėpavimas.**

*Trukmė- 6 val.*

Kvėpavimo sąvoka. Kvėpavimo universalumas, tipai, reikšmė ir tyrimo metodai. Kvėpavimo tyrimų etapai: A.Lavuažje, A. Bacho, O. Varburgo, V. Paladino, H. Vylando darbai.

Kvėpavimo substrato charakteristika. Kvėpavimo koeficientas.

Rūgimas, jo tipai bei ryšys su kvėpavimu. Glikolizė – gliukozės skilimo iki pirovynuogių rūgšties bendra kvėpavimo ir rūgimo reakcijų seka arba anaerobinė kvėpavimo fazė. Pirovo rūgšties metabolizmas anaerobinėmis sąlygomis.

Kvėpavimo fermentai. Piridininės dehidrogenazės, jų cheminė sandara, funkcija aktyvuojant vandenilį, pernešant elektronus. Flavininės dehidrogenazės – svarbiausi fermentai – redukuotų piridininė dehidrogenazių oksidatoriai. Citochromų molekulių sandara, biocheminės bei fiziologinės jų funkcijos. Oksidazės, jų klasifikavimas ir reikšmė.

Mitochondrijos – pagrindinis augalinės ląstelės organoidas, kuriame vyksta kvėpavimas. Mitochondrijų sandara. Mitochondrijų membranos – bioenergetinių procesų struktūrinis pagrindas. Membranų potencialo panaudojimas ATP sintezei oksidacinio fosforilavimo metu. Elektronų pernašos grandinė.

Kvėpavimo chemizmas. Pirovo rūgšties oksidacinis dekarboksilinimas. Acetil-CoA susidarymo chemizmas ir jo reikšmė.

Trikarboninių rūgščių (Krebso) ciklo biocheminė eiga, produktai, reikšmė.

Glioksalo rūgšties ciklas, jo eiga, reikšmė.

Pentozinis gliukozės skilimo ciklas – pagrindinis procesas, kurio metu susidaro pentozės. Jo eiga ir reikšmė.

Aplinkos ir vidinių sąlygų įtaka kvėpavimo intensyvumui. Kvėpavimo reguliavimo keliai. Kvėpavimo intensyvumas augalo ontogenezės metu. Kvėpavimas ir fotosintezė – šių procesų cheminis ir biologinis ryšys.

**Vaizdumo priemonės:** skaidruolės, paveikslai, lentelės, diagramos.

**Literatūra:** 1, 6, 7, 9, 16, 23, 25, 32, 35.

**7 tema. Organinių medžiagų pernešimas augaluose bei jų apykaita tarp organų, audinių ir ląstelių.**

*Trukmė – 2 val.*

Organinių medžiagų apykaitos procesų ryšys: asimiliavimas ir disimiliavimas, jų reikšmė. Konstitucinės ir atsarginės medžiagos, jų panaudojimas augalo augimo procesų eigoje. Lapas–svarbiausias organinių medžiagų biosintezės organas. Šaknų bei kitų gyvybiškai svarbių augalo organų reikšmė, sintetinant organinius junginius.

Svarbiausi angliavandenių apykaitos produktai – lipidai, nukleorūgštys, organinės rūgštys ir baltymai. Triozių, heksozių bei pentozių reikšmė šių medžiagų susidarymui. Polisacharidų apykaita.

Ketoninių rūgščių ir amoniako reikšmė aminorūgščių susidarymui ir jų apykaitai. Aminorūgščių pernešimas ir panaudojimas baltymų sintezei. Baltymų skaldymas, laisvų aminorūgščių transportavimas ir įsisavinimas augalinėse ląstelėse.

Riebalinių rūgščių sintezė, pernaša ir panaudojimas lipidų sintezei. Acetil – CoA reikšmė.

Vitaminai: klasifikavimas, sintezė, pernaša, transportavimas, reikšmė.

Antrinės kilmės organinių medžiagų kilmė, transportavimas, reikšmė.

Organinių medžiagų pernašos būdai: floemos rėtiniais indais, tarpląstelinė pernaša, transportavimas iš chloroplastų į citoplazmą. Pernešimo greitis. Radioaktyvių medžiagų metodo reikšmė, tiriant organinių medžiagų judėjimą augale.

**Vaizdumo priemonės:** paveikslai, skaidruolės.

**Literatūra:** 1, 9, 13, 18, 27, 32.

**8 tema. Augalų augimo fiziologija ir judesiai.**

*Trukmė – 6 val.*

Augimo sąvoka. Augimo tipai ir meristemų vieta. Augimo greitis, jo matavimo metodai.

Augalinės ląstelės augimo fazės: embrioninė, dalijimosi, meristeminė, tįsimo ir vidinės diferenciacijos. Jų apibūdinimas.

Augalų augimo reguliavimo sistemos: hormoninė, trofinė, genetinė. Jų tarpusavio ryšys.

Tįstamojo augimo reguliatoriai ir skatintojai–auksinai, giberelinai ir citokininiai. Jų atradimas, biosintezė, struktūra, klasifikavimas ir fiziologinė funkcija. Lietuvoje vykdomos fitohormonų akceptorių, jų veikimo mechanizmo paieškos. A. Merkio, J. Darginavičienės, A. Marčiukaičio darbai.

Augimo inhibitoriai – etilenas, abscizo rūgštis. Sintetiniai augimo inhibitoriai – retardantai, defoliantai, herbicidai. Jų fiziologinė funkcija ir reikšmė. Fitohormonų ir inhibitorių panaudojimas augalininkystėje. Sintetinių augimo reguliatorių tyrimai Lietuvoje. L. Novickienės, V. Gavelienės darbai.

Fitohormonų reikšmė ląstelių diferenciacijos procesuose. Izoliuotų ląstelių ir audinių kultūros–diferenciacijos procesų tyrimo modelis. Augalų meristemų auginimo praktinė reikšmė sodmenų devirusavimui. Fitohormonų, jų sintetinių darinių įtaka šaknų, stiebų, lapų ir vaisių formavimuisi ir augimui.

Augimo priklausomybė nuo vidinių augalo veiksnių – poliploidija, heterozė, augalų amžius, paveldimumas ir kt.. Augimo priklausomybė nuo išorinių faktorių – temperatūros, aeracijos, drėgmės, šviesos, tręšimo ir kt.

Paros ir sezoninis augimo periodiškumas, kaip išorinių ir vidinių veiksnių pasekmė. Didysis augimo periodas, jo reikšmė individualiam augalo augimui.

Augalų perėjimas į ramybės būseną, bei jų prisitaikymas išlikti esant nepalankioms augimui sąlygoms. Gilioji ir priverstinė augalų ramybė. Ląstelių ramybės būseną. Sumedėjusių, žolinių augalų sėklų, stiebagumbių, svogūnėlių, šakniastiebių ramybės fiziologija. Augalų ramybės nutraukimo būdai ir jų praktinis pritaikymas.

Augalų judesių klasifikavimas ir biologinė reikšmė. Pasyvūs ir aktyvūs judesiai. Judesiai ląstelėse ir audiniuose. Augalų poliškumas.

Tropizmai, jų rūšys, apibūdinimas, mechanizmo aiškinimas ir reikšmė. Statolinė ir hormoninė teorijos. A. Merkio ir kt. darbai geotropizmo tyrimų srityje.

Nastijos ir jų rūšys. Ryšys tarp tropizmų ir nastijų. Nastijų mechanizmo aiškinimo teorijos.

Autonominiai augalų judesiai, jų mechanizmo aiškinimas ir reikšmė.

**Vaizdumo priemonės:** skaidruolės, paveikslai.

**Literatūra:** 1, 4, 9, 11, 17, 22, 28, 31, 32, 33.

**9 tema. Augalų vystymasis.**

*Trukmė – 4 val.*

Individualaus augalų vystymosi sąvoka. Ontogenezės tipai ir trukmė – vienmečiai, dvimečiai ir daugiamečiai augalai. Vegetatyvinis ir generatyvinis augalų vystymasis. Monokarpiniai ir polikarpiniai augalai.

Augalų gyvenimo ciklai – amžiaus periodai, vystymosi fazės, morfogenezės etapai. Fenologinių stebėjimų reikšmė. Augalų genetinės informacijos realizavimas augalų vystymosi eigoje. Molekuliniai ir genetiniai ontogenezės veiksniai.

Ontogenezės juvenilinis etapas. J. Sachso, F. Vento, N. Cholodno ir kt. mokslininkų darbai. Juvenilinio etapo tyrimų praktinė reikšmė.

Ontogenezės brandaus amžiaus etapas, jo charakteristika. Žiedų bei žiedynų susidarymas. Žydėjimo, apsidulkinimo ir apvaisinimo fiziologija. Žydėjimo ritmai (pasikartojimai) ontogenezės eigoje.

Ontogenezės dauginimosi etapas. Kultūrinių augalų sėklų brandimo fiziologija. Aliejaus turinčių sėklų brandimo specifika. Sultingų vaisių nokimas. Šakniavaisių ir stiebagumbių brandimo ypatumai. Vaisių brandimo spartinimo būdai. Agrotechninių, klimatinių ir geografinių veiksnių poveikis derliui bei jo cheminei sudėčiai.

Ontogenezės senėjimo etapas. N. Krenkės amžiaus cikliškumo teorija, jos reikšmė. Augimo hormonų įtaka senėjimo procesams.

Augalų generatyvinio vystymosi ir senėjimo reguliavimo praktinė reikšmė.

**Vaizdumo priemonės:** skaidruolės, paveikslai.

**Literatūra:** 1, 4, 5, 9, 12, 15, 22, 26, 32.

**10 tema. Augalų prisitaikymas prie aplinkos sąlygų ir augalų atsparumas.**

*Trukmė – 4 val.*

Augalų atsparumo ir prisitaikymo sąvokų apibūdinimas. Augalų atsparumo ryšys su ląstelių genetinė informacija. Atsparumo priklausomybė nuo augimo sąlygų, aplinkos bei vidinių veiksnių.

Augalų atsparumas šalčiui ir žemoms temperatūroms. Augalų grūdinimo reikšmė. Žiemkentiškumas – augalų sugebėjimas pakelti žiemos nepalankias sąlygas. I. Tumanovo, A. Kružilino ir kt. darbai. Žiemkentiškumo nustatymo metodai.

Augalų atsparumas sausrai ir karščiui. Fiziologinių procesų sutrikimas per sausrą, atsparumo sausrai fiziologinis aiškinimas. Atsparumo sausrai padidinimas.

Augalų atsparumas druskoms. Halofitų prisitaikymas augti druskožemyje.

Augalų atsparumas ligoms bei kenkėjams. Žemės ūkyje naudojamų cheminių junginių poveikis augalų augimui.

**Vaizdumo priemonės:** paveikslai, skaidruolės, lentelės.

**Literatūra:** 1, 2, 9, 12, 15, 22, 31, 32, 35.

## II. Auditorinė praktika

Auditorinės praktikos metu įsisavinamos teorinio kurso žinios. Išmokstama dirbti individualiai, taikant tiek biochemijos, tiek biologinius metodus. Eksperimentas, stebėjimas ir palyginimas yra vieni svarbiausių auditorinės praktikos metu naudojamų metodų. Be savarankiško darbo įgūdžių įgaunama patyrimo, kaip atlikti eksperimentą, kaip jį įvertinti, analizuoti rezultatus, daryti išvadas. Kadangi atliekant augalų fiziologijos bandymus tenka panaudoti įvairias chemines medžiagas, todėl labai praverčia chemijos dalyko žinios. Tokiu būdu šiame studijų etape pasireiškia tam tikra tarpdalykinė integracija, kada būtina panaudoti biologijos, chemijos, biochemijos disciplinų žinias.

Auditorinės praktikos metu beveik visi darbai atliekami individualiai. Studentai nagrinėjamos temos užduotis atlieka savarankiškai, o gautus eksperimento metu rezultatus sužymi į darbų užrašus, padaro išvadas. Baigiant nagrinėti temą, kiekvienas studentas individualiai atsiskaito už atliktus darbus. Darbų gynimas parodo, kaip studentai įsisavino teorines žinias, kaip jas panaudojo praktiškai, kaip suvokė pagrindinius teiginius, sąvokas ir kaip gautas žinias galėtų panaudoti dėstydami biologijos kursą pagrindinėje arba vidurinėje mokykloje.

Laboratorinių darbų pagrindinės temos bei turinys nurodyti lentelėje. Joje pateikti svarbesni didaktiniai elementai, vaizdumo bei darbui reikalingos priemonės, medžiagos, trukmė, savarankiško darbo pagrindiniai reikalavimai, reikalingi žinių vertinimui.

### Augalų fiziologijos laboratoriniai darbai

Darbo eilės Nr.	Tema ir jos svarbesni elementai	Auditoriniam laikui skiriamas laikas, val.	Vaizdumo priemonės ir medžiagos	Savarankiškas darbas ir pastabos
1	2	3	4	5
1.	<b>Cheminė augalų sudėtis</b> Baltymų spalvinės reakcijos	1,0	Kviečių, žirnių, linų miltai, bulvės, cheminės medžiagos, cheminiai indai	Nustatyti sėklose bei gumbuose baltymų kiekį



2.	Angliavandenių kokybinės reakcijos	1,0	Krakmolas, augalų audiniai, organai (lapai, lapkočiai), cheminiai reagentai ir indai	Parodyti, kad augalai turtingi krakmolu ir celiulioze
3.	Pagrindinės augalų riebalų savybės	1,0	Aliejus, cheminės medžiagos bei indai	Ištirti riebalų oksidavimo ir muilinimo procesus
4.	Alkaloidų kokybinės reakcijos	1,0	Aguonos, kava, arbata, tabakas, siauralapio lubino sėklos, cheminės medžiagos ir indai	Parodyti, kad augaluose yra daug azoto turinčių heterociklinių junginių
5.	Raugų kokybinės reakcijos	1,0	Ažuolo, gluosnio, alksnio žievė, cheminės medžiagos indai	Nustatyti, kad augalai turi rauginių medžiagų
6.	Glikozido solanino suradimas bulvėse	1,0	Šviesos paveiktos bulvės, cheminės medžiagos	Surasti bulvės gumbuose susidariusią nuodingą medžiagą glikozidą solaniną
<b>Ląstelės fiziologija</b>				
1.	Citoplazmos klampumo tyrimas pagal plazmolizės formą	1,0	Svogūno epiderminis audinys, mikroskopas, cheminiai reagentai	Irodyti, kad citoplazmos klampumas priklauso nuo mineralinių druskų sudėties tirpale.
2.	Nevienodas įvairių sėklų brinkimo laipsnis	1,0	Žirnių, pupelių, kviečių, linų sėklos, svarstyklės, cheminės stiklinaitės	Palyginti krakmolingų, riebalingų ir baltymais turtingų sėklų brinkimo laipsnį
3.	Brinkimo stebėjimas mikroskopu	1,0	Krakmolas, HCl, NaOH, mikroskopas, spiritinė lemputė	Stebėti rūgščių, šarmų ir temperatūros įtaką brinkimui
4.	Dažų adsorbcija filtruojamu popieriumi	1,0	Baziniai, rūgštiniai ir neutralūs dažai, filtro popierius, cheminiai indai	Palyginti bazinių, rūgščių ir neutralių dažų adsorbcijos laipsnį
5.	Diutrošės osmometras iš gyvulio šlapimo pūslės	1,5	Gyvulio šlapimo pūslės plėvelė, 1M sacharozė, H <sub>2</sub> O, cheminiai indai	Sumontuoti Diutrošės osmometrą ir stebėti osmosą

6.	Traubės ląstelė osmosui demonstruoti	1,0	Geltonoji kraujo druska, CuSO <sub>4</sub> , stiklinės	Parodyti, kad puslaidę membraną galima sukurti panaudojant chemines medžiagas.
7.	Bulvės stiebagumbiai osmosui tirti	1,5	Bulvių gumbai, koncentruoti sacharozės tirpalai	Palyginti vandens išsiurbimo ir judėjimo greitį
8.	Turgorinio slėgio matavimas	1,5	Aparatas turgoriniam slėgiui matuoti, NaCl, svareliai, siūlai, kiaulpienės žiedynkočiai	Nustatyti tiriamojo audinio turgorinį slėgį
9.	Chloroformo įtaka ląstelių laidumui	1,5	Bulvės stiebagumbiai, chloroformas, buteliai	Parodyti, kad chloroformas padidina ląstelių membranų laidumą
10.	Audinių laidumo tyrimas antocianų egzozmoso metodu	1,0	Burokėlio šaknis, cheminės medžiagos, cheminiai indai	Palyginti negyvų, narkotizuotų ir gyvų ląstelių membranų laidumą
1.	<b>Augalo vandens apykaita</b> Morkos šaknis vandens siurbimui pavaizduoti	1,5	Morkos šaknis, H <sub>2</sub> O, NaCl, stiklinės	Pavaizduoti H <sub>2</sub> O siurbimą viena morkos šaknies dalimi ir išskyrimą-kita
2.	Lapų vandens potencialo nustatymas V. Šardakovo metodu	1,5	Tiriamojo augalo lapai, sacharozės tirpalai, metileno mėsvė, mėgintuvėliai	Parodyti, kad įmerkus audinį į sacharozės tirpalą vyksta osmoso procesas, keičiasi tirpalo koncentracija
3.	Audinių vandens potencialo nustatymas pagal ilgio pakitimą	2,0	Bulvės stiebagumbiai, sacharozės tirpalai, mėgintuvėliai	Nustatyti parenchiminio audinio vandens potencialą ir apskaičiuoti jo siurbiamąją jėgą
4.	Žiotelinės transpiracijos tyrimai	1,5	Kobalto chlorido tirpalas, filtro popierius, augalai	Įrodyti nevienodą žiotelių pasiskirstymą abiejose lapų pusėse
5.	Kutikulos, kamštinio audinio ir vaško sluoksnio reikšmė transpiracijai	1,5	Obuoliai, bulvės gumbai, morkos šaknys, pušies, eglės šakelės, svarstyklės	Įrodyti augalo dengiamųjų audinių savybę sulaukyti vandenį

1.	<b>Augalų mineralinė mityba</b> Vandenės kultūros	2,0	Mitybiniai tirpalai, daigintos sėklos, auginimui skirti indai	Susipažinti su augalų auginimo būdu vandenėse kultūrose, įrodyti būtinų elementų reikšmę
2.	Jonų antagonizmo tyrimas daiginant sėklas	2,0	Sėklos, Petrio lėkštelės, KCl, NaCl ir CaCl <sub>2</sub>	Pademonstruoti K, Ca, Na jonų antagonizmą, daiginant sėklas
3.	Mikrocheminė augalų pelenų analizė	3,0	Cheminiai reagentai, reikalingi makroelementų nustatymui, mikroskopas, pelenai, cheminiai indai	Parodyti makroelementų buvimą augalų pelenuose
<b>VI semestras</b> <b>Fotosintezė</b>				
1.	Lapų pigmentų ekstrahavimas	1,0	Pasirinktų augalų lapai, spiritas, grūstuvėlis, filtro popierius, cheminiai indai ir reagentai	Pademonstruoti pigmentų tirpumą spirite bei jų įvairovę
2.	Fizinių bei cheminių chlorofilo savybių tyrimai	1,0	Mikrospektroskopas, pigmentų ekstraktas, šarmas, HCl	Nustatyti optines chlorofilo savybes, jo reagavimą su šarmais bei rūgštimis
3.	Chlorofilo fotosensibilizuojantis veikimas	2,0	Pigmentų ekstraktas, vitaminas C, metileno raudonojo tirpalas, elektros lempa, mėgintuvėliai	Stebėti chlorofilo fotosensibilizuojančias savybes šviesinėse fotosintezės reakcijose
4.	Augalai įsisavina anglies dioksidą	2,0	Kolbos, šakelės su lapais, elektros lempa, Ca(OH) <sub>2</sub> , fenolftaleinas	Įrodyti, kad augalų lapai šviesoje sugeria CO <sub>2</sub>
5.	Krakmolo įrašas (amilograma) dalinai užtamsintame lape	2,0	Tamsoje 2-3 paras laikyti augalai, elektros lempa, plytelė, spiritas,	Gauti nudažyto jodu krakmolo figūras lapuose, įrodant šviesos reikšmę



3.	Augalų rizogenezės indukavimas augimo reguliatoriais	1,0	Auginiai, metūgliai, gyvašakės, heteroauksinas, preparatas TA-12, šaknydinimo kamera cheminiai indai	Išbandyti sintetinių augimo reguliatorių poveikį augalų rizogenezei
4.	Sumedėjusių augalų ramybės periodo nutraukimas žiemą	1,0	Vyšnių, obels, slyvų, forzicijų ir kt. augalų šakelės, cheminiai indai, eteris, vitaminai B ir PP, vandens vonia, elektros lempos	Priversti augalus žiemą išeiti iš gilios ramybės išskleidžiant lapus
1.	<b>Augalų judesiai</b>  Brinkimo sukelti judesiai	1,0	Paprastos pušies, eglės kankorėžiai, sėjamo vikio, žirnedžio, lubino ankštys, H <sub>2</sub> O vonelė, elektros plytelė	Stebėti bei apibūdinti pasyviuosius kai kurių augalų organų judesius
2.	Daigų šaknų ir koleoptilių gravitropizmas	1,0	Sudygusios rapsų, linų, sėklos, filtro popierius, stiklinaitės, indai daiginimui	Irodyti, kad veikiant žemės traukai, horizontalioje padėtyje esančios šaknelės linksta žemyn, o koleoptilės- aukštyn
3.	Fototropizmo įrodymas auginant augalus tamsioje kameroje	2,0	Vazonėliuose, tamsioje išauginti daigai (kviečių, avižų), tamsi kamera, apšvietimo lempa	Stebėti, kaip koleoptilės reaguoja į šviesą, paaiškinti šio proceso eigą
4.	Dygstančių sėklų šaknų chemotropizmas	2,0	Sudaigintos žirnių sėklos, želatina, agaras, cheminiai reagentai, stiklinaitės, Petrio lėkštelės	Stebėti ir apibūdinti teigiamus ir neigiamus žirnių šaknų chemotropinius judesius, išlinkimus
5.	Dygstančių sėklų šaknų hidrotropizmas	2,0	Išbrinkintos linų, rapsų, kviečių, garstyčių sėklos, objektiniai stikleliai, filtro popierius, stiklinaitės	Parodyti, kad šaknys augdamos link vandens, aprūpina juo besivystantį augalą

<b>Augalų atsparumo, pritaikymo ir kitų savybių tyrimai</b>				
1.	Augalų fitoncidinių savybių tyrimai	2,0	Sėklos (linų, rapsų, lubinų ir kt.), buteliai su kamščiais, fitoncidus išskiriantys augalai, jų organai, audiniai	Parodyti, kad kai kurie augalai išskiria fitoncidus, galinčius stabdyti mikroorganizmų veikimą
2.	Augalų atsparumo tyrimas pagal druskų sukeltas nekrozes	1,0	Augalų šakelės su lapais, 5% NaCl, Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ir kt. tirpalai	Nustatyti, kokius pakitimus sukelia lapuose įvairių druskų tirpalai ir kaip šis procesas priklauso nuo laiko
3.	Augalų atsparumo išmirkimui nustatymas	1,0	Įvairių augalų sėklos, termostatas, daiginimo lėkštelės	Palyginti įvairių augalų sėklų daigų atsparumą išmirkimui
4.	Augalų grūdinimas žemoms temperatūroms bei jų atsparumo šalčiui tyrimas	2,0	2-3-jų pasirinktų augalų sėklos, termostatas, šaldytuvas, daiginimo, auginimo lėkštelės	Parodyti, kad augalai gali skirtingai reaguoti į žemų temperatūrų poveikį

### **Studentų savarankiškas darbas**

Didžiąją dalį darbų studentai atlieka auditorinės praktikos metu, per jiems skirtą laiką. Tačiau, kai kuriems eksperimentams atlikti būtinos kelios ar net keliolika dienų. Pavyzdžiui, "Vandenių kultūrų" metodo įsisavinimui, rezultatų apskaičiavimui, jų apibendrinimui būtina apie 10 dienų. Ypač daug tokių darbų yra nagrinėjant augimo, judesių, augalų atsparumo klausimus. Studentai privalo sekti, kaip augalai auga, vystosi jų organai, kaip reaguoja į išorės dirgiklius. Rezultatus fiksuoja darbų užrašuose lentelių, grafi-

kų ir kt. pavidalu, daro išvadas. Už darbus atsiskaitoma individualiai juos ginant. Individualiai taip pat atsiskaitoma ir už svarbiausias teorinio kurso temas, t. y. V-ame semestre laiko du koliokviumus, o VI-ame semestre – 3 koliokviumus. Šioms savarankiško darbo formoms yra skiriamos 74 val. Pasiruošti egzaminams V-ame semestre skiriamos 8 val., o VI-ame semestre – 10 val.

### **III. Mokomoji praktika**

Mokomoji augalų fiziologijos lauko praktika atliekama birželio pabaigoje–liepos pradžioje. Paprastai ji vyksta VPU GMF agrarbiologinėje bazėje Tamošavoje. Laiką ir vietą apsprendžia gausus augalijos (augančios natūraliomis sąlygomis, o taip pat mokomajam sklype) pasirinkimas, laboratorija, joje sukaupta įranga, reikalingos darbo priemonės.

Vienas svarbiausių lauko praktikos tikslų yra įtvirtinti, integruoti tiek teorinį, tiek laboratorinių darbų metu įgytą žinių turinį su praktinio mokymo žiniomis, įsisavinant jas natūralioje gamtos aplinkoje. Rūšiniu atžvilgiu įvairūs augalai, pasižymintys skirtinga anatominė ir morfologine sandara, prisitaikymo būdu, augaviečių įvairove, augimo bei vystymosi savitumais bei kitomis savybėmis yra tinkamiausi objektai įsisavinant vandens apykaitos, mineralinės mitybos, fotosintezės, judesių, vystymosi temų sąvokas.

Individualiai atlikdami užduotis, studentai išmoksta ne tik stebėti procesus, bet ir juos palyginti, įsisavina eksperimentinio darbo įgūdžius.

Bandymų rezultatai fiksuojami praktikos užrašuose, padaromos išvados, už praktiką atsiskaitoma individualiai.

Lauko praktikos metu darbai paskirstomi į keturias temas, kiekvienai skiriant po 9 val.

**Literatūra:** 8, 12, 14, 16, 17, 28, 30, 31

## Augalų fiziologijos mokomosios praktikos darbai

Darbo eilės Nr.	Tema ir svarbesnės sąvokos	Priemonės ir medžiagos	Organizavimo būdai ir savarankiškas darbas
1	2	3	4
1.	<b>Augalo vandens apykaita</b> Vandens siurbimas pro lapus. Turgoro atstatymas lapuose	Neplaukuotais, gležnais lapais, nedideli augalai su šaknimis, stiklainiai, laikrodis, vanduo	Palyginti 2-3 rūšių augalų siurbimo lapais ir šaknimis intensyvumą ir kaip jis priklauso nuo augalo augavietės
2.	Vandens siurbimas pro lapkotį	Šakelės su lapais, turinčiais ilgus lapkočius, 1% eozino (ar kito dažo) tirpalas, stiklinės, laikrodis	Įrodyti, kad augalas gali siurbti vandenį ir per lapkotį. Palyginti siurbimo greitį per lapkotį ir bazalinį šakelės galą
3.	Augalų gutacijos intensyvumo tyrimas	Gutuojantys, natūraliai augantys augalai (rasakila, bulvė, nasturtė, ugniažolė ir kt.) termometras, laikrodis	Nustatyti, kokią įtaką gutacijai turi oro temperatūra, drėgmė, paros laikas, dirvos sudėtis. Palyginti įvairių augalų gutacijos intensyvumą
4.	Augalų ašarojimo stebėjimas	Įvairūs pusiau sumedėję ir žoliniai augalai, guminės žarnelės, graduoti mėgintuvėliai, stiklo vamzdeliai, termometras, vata, siūlai	Parodyti, kad augalai vandenį siurbia šakninio slėgio dėka ir kad siurbimo intensyvumas priklauso nuo augavietės, oro temperatūros, drėgmės ir kt. aplinkos sąlygų
5.	Lapų reikšmė vandens garinimui. Garinimo intensyvumo priklausomybė nuo lapų ploto ir dangos	Įvairių augalų (žolinių ir sumedėjusių) šakelės su 3-4 lapais, graduotos menzūrėlės, augalinis aliejus	Parodyti, kad garinimo intensyvumas priklauso nuo: 1. Lapų ploto; 2. Paviršinės dangos; 3. Aplinkos sąlygų: 4. temperatūros, 5. šviesos, 6. drėgmės, 7. augavietės



6.	Transpiracijos tyrimas Vesko prietaisu. Santykinės transpiracijos ir intensyvumo nustatymas	Įvairių augalų lapai, Vesko prietaisas, svarstyklės, Petrio lėkštelės, plastelinas	Įvertinti tiriamųjų augalų lapų transpiracijos intensyvumą, nustatyti santykinę transpiraciją
7.	Realityvinės transpiracijos nustatymas A. Arlando metodu	Parafinas, elektros plytelė, svarstyklės, termometras, pasirinkti žoliniai augalai su šaknimis	Nustatyti bei palyginti bandomųjų augalų realityvinę transpiraciją
8.	Transpiracijos produktyvumo ir koeficiento tyrimai varpiniuose augaluose	Kviečiai, rugiai, miežiai ir kt. varpiniai augalai, svarstyklės, džiovavimo spinta, indai	Nustatyti vandens garinimo efektyvumo rodiklius varpiniuose javuose plaukėjimo, žydėjimo arba brandos metu
9.	Sumedėjusių augalų transpiracijos tyrimas	Augalų šakutės (obelų, lazdynų, šilauogių, mėlynių ir kt.), parafinas arba vazelinas, svarstyklės, stiklinės, džiovavimo spinta	Palyginti įvairių augalų rūšių augančių sode bei miške, transpiracijos intensyvumą
10.	Augalų šakų amžiaus reikšmė transpiracijos per žievę intensyvumui	Įvairių medžių trimetės šakelės, vazelinas, svarstyklės, liniuotės	Parodyti, kad transpiracija vyksta ir per žievę, bei kad jos intensyvumas priklauso nuo kamštinio audinio amžiaus
11.	Žiotelių pravravimo tyrimai infiltracijos metodu	Žolinių bei sumedėjusių augalų lapai, aliejus, etilo alkoholis, ksilolas, benzolas, eteris, pipetės	Palyginti įvairių augalų lapuose esančių žiotelių priklausomybę nuo augalo rūšies, amžiaus bei aplinkos sąlygų
12.	Vandens judėjimo augaluose keliai ir greitis	Tinka žolinių ir sumedėjusių augalų šakelės su žiedais, spalvotas rašalas arba eozino, fuksino tirpalai, stiklinaitė, liniuotė, lupa	Stebėti, kokiais audiniais, koku greičiu juda vanduo ir kaip greitis priklauso nuo augalo anatominės sandaros
13.	Vandens praėjimo greitis pro skirtingos anatominės sandaros medieną	Skirtingos anatominės sandaros medžių 10-15 cm ilgio šakelės, guminės žarnelės, stiklo vamzdeliai, piltuvėliai, graduoti mėgintuvėliai	Nustatyti, koku greičiu ir kiek vandens prateka per skirtingos anatominės sandaros medieną

14.	Vandens deficito augaluose tyrimai	Kultūrinių augalų (bulvių, pupelių, burokėlių ir kt.) lapai, svarstyklės, džiovinimo spinta, filtro popierius, stiklainiai	Palyginti skirtingų rūšių kultūrinių augalų vandens deficitą bei nustatyti nuo kokių sąlygų jis priklauso
15.	Drėgnų bei sausringų augaviečių augalų savybės	Higrofitų, mezofitų, kserofitų ir halofitų augalų pavyzdžiai, liniuotės, svarstyklės, lupa	Apibūdinti surinktų augalų morfologinius bei anatominius požymius. Nustatyti jų priklausomybę nuo augavietės
	<b>Augalų mineralinė mityba</b>		
1.	Vizualioji augalų mineralinės mitybos diagnostika	Įvairių lauko, daržo ir sodo augalų pavyzdžiai (lapai su stiebais, šakelėmis), spalvoti atlasai, mitybinių elementų trūkumo požymių lentelė	Surinkti augalų pavyzdžių su mineralinės mitybos pažeidimais herbarą, apibūdinti jų išvaizdą bei nustatyti vienų ar kitų elementų trūkumą ar perteklių
2.	Augalų, augančių skirtingose sąlygose pelenų kiekio nustatymas jų lapuose	Pievoje, darže, sode augančių augalų lapai, džiovyklė, eksikatorius, svarstyklės	Nustatyti pelenų kiekį įvairių augalų rūšių lapuose, palyginti skirtingose sąlygose augančių augalų lapuose sausos medžiagos kaupimosi dinamiką
3.	Trašų poreikio nustatymas pagal augalo sulčių cheminę analizę	Augalų organų audinių pavyzdžiai, trintuvė, standartiniai tirpalai azoto, fosforo, magnio nustatymui, cheminiai indai	Susipažinti su augalų poreikio mineraliniams elementams nustatymo metodais, atlikti pasirinktų augalų cheminę analizę, padaryti išvadas apie tiriamų augalų kiekį
4.	Dažų adsorbavimas įvairios sudėties dirvožemio koloidais	Iš įvairių augalų augaviečių paimti dirvožemio pavyzdžiai, metileno melsvės dažas, cheminiai indai	Parodyti, kad dirvožemis pasižymi adsorbacinėmis savybėmis, o adsorbacijos jėga priklauso nuo koloidinių medžiagų kiekio
5.	Šaknų adsorbuojančių savybių nustatymas	Žolinių augalų šaknų pavyzdžiai, metileno melsvės, eozino ir fuksino bei neutralaus raudonojo tirpalai, KCl, CaCl <sub>2</sub> tirpalai, cheminiai indai	Parodyti, kad dažuose esantys kationai ir anijonai nevienodai adsorbuojasi šaknų paviršiaus audiniais. Nustatyti sąlygas nulemiančias šios adsorbacijos laipsnį

6.	Kai kurių augalų azotinės mitybos įvairovė: azotobakterės, mikorizė, pusiau parazitinis ir parazitinis mitybos būdai	Dobilų, žirnių, lubinų, juodalksnių, šaltalankio, šilinio viržio, barškučio šaknų pavyzdžiai. Brantas, džioveklė. Lupa, kastuvėlis, skalpeliai	Susipažinti su įvairiais augalų nukrypimais nuo normalaus augalų mitybos būdo, surinkti pavyzdžius, juos apibūdinti
1.	<b>Fotosintezė – procesas vykstantis tik augaluose</b> Fotosintezės intensyvumo priklausomybė nuo šviesos intensyvumo, spektro, CO <sub>2</sub> kiekio aplinkoje bei temperatūros	Elodėjos šakelės, mėgintuvėliai, piltuvėliai, stiklinės, įvairių spalvų šviesos filtrai, elektros lempa ir plytelė, NaHCO <sub>3</sub> , termometras	Parodyti, jog išsiskiriančio iš elodėjos šakelių deguonies kiekis priklauso nuo įvairių išorinių sąlygų. Nustatyti, kurios skatina, o kurios stabdo fotosintezės procesą
2.	Krakmolo susidarymo lapuose dinamikos tyrimas	Ant įvairių medžių, krūmų augantys lapai (geriau jauni), stiklinaitės, Petrio lėkštelės, etilo alkoholis, jodo tirpalas, termometras, elektros plytelė	Nustatyti ir palyginti krakmolo susidarymo dinamiką įvairių augalų lapuose, nurodyti ją nulemiančias sąlygas
3.	Fotosintezės intensyvumo nustatymas lapų puselių metodu	Įvairių natūraliai augančių augalų lapai, biuksai, stiklinaitės, džiovinimo spinta, svarstyklės, kamščiams gręžti grąžtas	Įrodyti, jog sausosios medžiagos fotosintezės metu susidaro ir kaupiasi augalų lapuose tik šviesoje. Palyginti įvairių rūšių augalų fotosintezės intensyvumą, ypač jos priklausomybę nuo augavietės sąlygų
4.	Fotosintezės produktyvumo tyrimas	Varpinių kultūrinių augalų pavyzdžiai (su šaknimis), džiovinimo spintelė, svarstyklės, stiklinaitės, biuksai, žirklys	Palyginti įvairių augalų fotosintezės produktyvumą, jo priklausomumą nuo augavietės, tręšimo bei kitų sąlygų. Atliekami du bandymai. Antras – po 4-5 dienų. Rezultatai palyginami.
1.	<b>Augalų augimas, vystymasis ir judesiai</b> Augimo periodiškumo tyrimai	Medžių ir krūmų metūgliai su lapais, svarstyklės, plokštelės lapų plotui matuoti, liniuotės	Išmatuoti bei palyginti metūglio tarpamblių ilgį, lapų plotą bei masę. Palyginti metūglių augimo greitį pietinėje ir šiaurinėje pusėse.

2.	Vizualus augalų augimo bei vystymosi būklės įvertinimas	Įvairūs pasirinktos vietovės medžiai bei krūmai. Laukiniai bei kultūriniai	Vizualiai įvertinti vietovės vaismedžių, vaiskrūmių, dekoratyvinių bei kitų augalų būklę (stiebų, lapijos, generatyvinių organų), nustatyti kenkėjų, ligų pažeidimus
3.	Įvairių augalo ardu morfologiniai skirtumai	Varpiniai, kiti žoliniai, pusiau sumedėję ir sumedėję augalai, liniuotė, plokštelė lapų plotui matuoti	Palyginti apatinės, vidurinės ir viršūninės stiebų dalies lapų formą ir plotą
4.	Augalo organų gravitropinės reakcijos tyrimas	Augantys žoliniai augalai, jauni krūmų ūgliai, kuoleliai, liniuotė	Lauko sąlygomis nustatyti, kaip žolinių ir sumedėjusių augalų stiebas bei ūgliai reaguoja į žemės traukos jėgą. Parengti vaizdines priemones
5.	Tigmotropizmo apibūdinimas	Paprastieji apyniai, daržo pupelės, žirniai, vikiai, moliūgai ir kt. lauke augantys augalai, medinės atramos	Susipažinti su laipiojančių augalų stiebais, ūseliais, jų judesiais. Nustatyti, kokią įtaką aplinkos sąlygos turi jų sukimosi kryptčiai bei greičiui
6.	Fotonastijų apibūdinimas	Žydintys augalai: vandens lelija, kiškiakopūstis, paprastoji kiaulpienė, vienažiedė snaudalė ir kt.	Stebėti žiedų bei žiedynų vainiklapių padėtį anksti ryte, vidurdienį, po pietų, vakare ir nustatyti jų išsiskleidimo bei užsivėrimo laiką, žydėjimo trukmę. Ištirti, ar šiems reiškiniams turi įtakos $\varphi$ , šviesa, drėgmė
7.	Termonastijos ir jų apibūdinimas	Žydintys augalai: tulpės, plukės, krokai ir kt., šaldytuvas, termometras, stiklinaitės	Stebėti, kaip keičiasi žiedų varstymasis, jų vainiklapių padėtis priklausomai nuo $\varphi$ intervale nuo +20-25 <sup>o</sup> C iki 5-8 <sup>o</sup> C
8.	Seismo ir tigmonastijų apibūdinimas	Žydintys augalai: rugiagėlė, dirvinė usnis, baltažiedis vikmedis, paprastasis kiškiakopūstis, mimoza ir kt.	Ištirti, kaip kai kurių augalų žiedai, žiedynai, lapai reaguoja į išorinius prisilietimus, purtymus, sukrėtimus ir kitokius mechaninius dirgiklius

9.	Nastiniai lapkočių išsilenkimai paveikus augalų augimo stimulatoriais	Augančių bulvių, pomidorų, moliūgų, burokėlių, runkelių, pupelių ir kt. augalų lapai, heteroauksino $10^{-3}M$ tirpalas, lanolino pasta (galima naudoti ir vazeliną), vandens vonelė, stiklinaitė, stiklo lazdelės, kampmatis, liniuotė	Įrodyti, kad augimo stimulatoriai veikia augalų lapkočių išsilenkimą. Nustatyti, kokią reikšmę šiam procesui turi augavietės sąlygos, temperatūra, šviesa
10.	Lokomotorinių mikroorganizmų judesitaksių nustatymas ir jų apibūdinimas	Vienaląsčiai dumbliai: valkėiadumblis (Chlamidomonas) ir maurakulis (Volvox), stiklainiai, juodas popierius, kartonas	Stebėti dumblių reakciją į šviesą-fototaksį. Nustatyti, kokią reikšmę turi šviesos intensyvumas, temperatūra

#### IV. Studijų rezultatų vertinimas

$$V \text{ semestras } P_s = P_1K_1 + P_2K_2 + P_3K_3 + P_4K_4$$

Kur:  $P_s$  - suminis pažymys balais;  $P_1$  - pažymys balais už dalyvavimą auditorinėse studijose (koliokviumai);  $K_1$  - dalyvavimo auditorinėse studijose vertinimo koeficientas (0,2);  $P_2$  - vidutinis pažymys balais už laboratorinių darbų gynimą,  $K_2$  - laboratorinių darbų vertinimo koeficientas (0,2);  $P_3$  - pažymys balais už dalyvavimą auditorinėse studijose (lankomumas),  $K_3$  - dalyvavimo auditorinėse studijose vertinimo koeficientas (0,1);  $P_4$  - pasiruošimas egzaminui ir egzamino vertinimo pažymys;  $K_4$  - pasiruošimas egzaminui ir egzamino vertinimo koeficientas (0,5).

$$VI \text{ semestras } P_s = P_1K_1 + P_2K_2 + P_3K_3 + P_4K_4 + P_5K_5$$

$P_1K_1$  - koeficientas (0,2),  $P_2K_2$  - koeficientas (0,15),  $P_3K_3$  - koeficientas (0,05),  $P_4$  - koeficientas (0,5),  $P_5K_5$  - lauko praktikos vertinimo pažymys balais;  $K_5$  - lauko praktikos vertinimo koeficientas (0,1).

## LITERATŪRA

1. Alberts B., Johnson A. et all. Molekular biology of the cell. New York., 2002.
2. Bluzmanas P., Borusas S., Dagys J. Ir kt. Augalų fiziologija.–V., 1991.
3. Borusas S., Pranaitis P., Šlapakauskas V. Augalų fiziologija ir mikrobiologijos pagrindai.–V., 1990.
4. Dagys J., Bluzmanas P., Borusas S., Šlapakauskas V. Augalų fiziologija.–V., 1974.
5. Davidson I. N. The biochemistry of the nuclear acids. New York., 1992.
6. Dörfling K. Das hormonensystem der Pflanzen.–Stuttgrt, 1982.
7. Giunter E., Kempfe L. ir kt. Biologijos pagrindai.–V., 1987.
8. Goodwin T., Mercer E. Introduction to plant biochemistry.–Oxford, 1983.
9. Green N. Biological science.–Cambrige University, 1989.
10. Gruodienė J., Kavaliauskienė D. Augalų fiziologijos mažasis praktikumas.–V., 1985.
11. Kulienė L., Tomkus J. Taikomoji fenologija. V., 1990.
12. Mader S. S. Biologija. – V., 1999. T. 1-2.
13. Merkys A. Botanikos mokslas ir jo problemos Lietuvoje. Biologija.–V., 1993. Nr. 4.
14. Merkys A. Augalų fiziologijos mokslavaizdis Lietuvoje. Biologija.–V., 1997. Nr. 3.
15. Miuleris J., Bluzmanas P. Augalų stebėjimų ir bandymų metodika.–V., 1994.
16. Praškevičius A., Lukoševičius L., Glemža A. Biochemija.–V., 1975.
17. Raven P. H., Evert R. F., Curtis H. Biology of plant. New York., 1981
18. Songailienė A., Ženauskas K. Tyrimų duomenų biometrinis įvertinimas.–V., 1989.
19. Stašauskaitė S. Augalų vystymosi fiziologija.–V., 1995.
20. Stašauskaitė S. Augalų fiziologijos laboratoriniai ir lauko bandymai.–V., 1999.

21. Stumpf P. K., Coon E. E. The biochemistry of plants. – New York., Academic press. 1990.
22. Wareing P. F., Philips I. D. Growth and differentiation in plants. London. Pergamon press. 1981.
23. Альбертс Б., Брей Д. Молекулярная биология клетки (в 5-ти томах).–М., 1986-1987.
24. Ашмарин И. Молекулярная биология.–Л., 1977.
25. Викторов Д. Практикум по физиологии растений.–М., 1991.
26. Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений.– М., 1986.
27. Гэлстон А., Девис П., Сэттер Р. Жизнь зеленого растения.–М., 1983.
28. Качава Я. Биомембраны.–М., 1985.
29. Кефели В. Рост растений.–М.,1984.
30. Кретович В. Биохимия растений.–М., 1986.
31. Лебедев С. Физиология растений.–М., 1982.
32. Либберт Э. Физиология растений.–М., 1976.
33. Малый практикум по физиологии растений.–МГУ., 1986.
34. Меркис А. Геотропическая реакция растений.–В., 1973.
35. Методы биохимического анализа растений. Под ред. В. В. Полевого и Г. Б. Максимова.–Л., 1978.
36. Плешков Б. Биохимия сельскохозяйственных растений.–М., 1987.
37. Полевой В. Физиология растений.–МГУ., 1989.
38. Саламатова Т. Физиология растительной клетки.– ЛГУ., 1993.
39. Уоринг Ф., Филлипс И. Рост растений и дифференцировка.–М., 1994.
40. Якушкина Н. Физиология растений.–М.,1991.

*STUDIJŲ PROGRAMA*  
*AUGALŲ FIZIOLOGIJA*  
*(Aukštųjų studijų bakalauro kursas, biologijos specialybė)*

Tir. 150 egz. 2 sp. 1. Užsak. Nr. 03-062  
Išleido Vilniaus pedagoginis universitetas, Studentų g. 39, LT-2004 Vilnius  
Maketavo ir spausdino VPU leidykla, T. Ševčenkos g. 31, LT-2009 Vilnius  
Kaina sutartinė