

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ
BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ
BİOLOGİYA FAKÜLTƏSİ

2406.02-“Biokimya” ixtisası üzrə fəlsəfə doktoru
proqramı əsasında
Doktoranturaya qəbul imtahanı üçün

PROQRAM

Bakı Dövlət Universiteti Biologiya
fakültəsinin Elmi Şurası tövsiyə
etmişdir.
(Protokol №//.../..2026)

BAKİ – 2026

Tərtib edənlər: Molekulyar biologiya və biotexnologiyalar kafedrasının professoru b.e.d. **Z.M.Məmmədov**

Biofizika və biokimya kafedrasının dosenti b.ü.f.d. **S.N.Ömərova**

Biofizika və biokimya kafedrasının dosenti b.ü.f.d. **N.F.Abdullayeva**

Elmi redaktor: Biofizika və biokimya kafedrasının müdiri professor, f-r.e.d. **Rövşən İbrahimxəlil oğlu Xəlilov**

Rəyçilər: Molekulyar biologiya və biotexnologiyalar kafedrasının professoru b.e.d. **S.Q.Güləhmədov**

ARETN Molekulyar biologiya və biotexnologiyalar İnstitutunun Karbonun fotosintetik assimilyasiyasının enzimologiyası laboratoriyasının baş elmi işçisi, b.e.d., dos. **Ş.M.Bayramov**

Izahat vərəqi

Bioloji kimya – canlı materiyani əmələ gətirən birləşmələrin keyfiyyət tərkibi, kəmiyyət məzmunu və həyat proseslərində çevrilmələri haqqında elmdir. Başqa sözlə, biokimya canlı orqanizmləri təşkil edən üzvi birləşmələrin quruluşunu, müxtəlifliyini, xassələrini, çevrilmələrini, meatbolik proseslərin qarşılıqlı əlaqəsini, tənzimlənməsini öyrənir. Biokimya fənni şərti olaraq statik biokimya, dinamik biokimya və funksional biokimya bölmələrindən təşkil olunub.

Statik biokimya canlıların tərkibinin əsasında duran təbii birləşmələrin, yəni zülallar, karbohidratlar, nuklein turşuları, lipidlər və canlı orqanizmi təşkil edən digər üzvi birləşmələrin quruluşunu, müxtəlifliyini və xassələrini öyrənir. Biokimyəvi çevrilmələrin əsasında duran bioloji katalizatorların, yəni fermentlərin təşkili, müxtəlifliyi, təsir mexanizmi, fermentativ reaksiyaların kinetikasi, fermentativ fəallığın tənzimlənməsi yollarının öyrənilməsinə də “Biokimya” fənni çərçivəsində xüsusi yer ayrılır.

Dinamik biokimya canlı orqanizmi təşkil edən üzvi birləşmələrin biosintezi və parçalanması yollarını, həmin proseslərin tənzimlənməsini və realizasiyasının biokimyəvi əsaslarını nəzərdən keçirir.

Funksional biokimya müxtəlif hüceyrələr, toxumalar və orqanların biokimyəvi tərkibinin xüsusiyyətləri, həmin orqanların fizioloji funksiyalarının əsasını təşkil edən həyati əhəmiyyətli biokimyəvi proseslərin mahiyyəti haqqında elmdir. Biokimya ixtisası üzrə təhsil sistemində fundamental fənlər sırasına daxil olan “Biokimya” fənni özünəməxsus mühün bir

yer tutur. Bu fənnin tədrisi canlı materiyanın kimyəvi əsasları haqda dünya görüşünü genişləndirir, onun mövcudluğunun və təkamülünün biokimyəvi-molekulyar aspektlərini başa düşməyə imkan yaradır.

2406.02-“Biokimya” ixtisası üzrə fəlsəfə doktoru proqramı əsasında doktoranturaya qəbul imtahanı üçün yazılan proqram kursu tam əhatə edir, müasir elmin səviyyəsinə uyğundur.

- **Fənnin mənimsənilməsinin məqsədi**

2406.02-“Biokimya” ixtisası üzrə doktoranturaya qəbul imtahanının proqramı Biokimya kursundan canlı materiyanın əsasını təşkil edən üzvi makromolekulların (zülalların, nuklein turşularının, karbohidratların, lipidlərin), onların komponentlərinin (amin turşularının, nukleotidlərin, monosaxaridlərin, yağ turşularının) və bioloji aktiv maddələrin, vitaminlərin, hormonların quruluşu və xassələri, maddələr və enerji mübadiləsi, biokimyəvi proseslər arasında qarşılıqlı əlaqə və onların tənzimlənməsi haqda tam və dolğun bilikləri formalaşdırmaq, biokimyəvi tərkib və proseslərin araşdırılmasına imkan verən metodlara, əldə edilən nəticələri təhlil etmək bacarığına yiyələnmək.

- **Digər fənlər strukturunda fənnin yeri**

Biokimya biologiya və kimya elmlərinin sərhədində yaranan bir elm olaraq, canlı aləmin molekulyar-biokimyəvi əsaslarının aydınlaşdırılması ilə məşğul olduğundan və öz məqsədinə nail olmaq üçün fiziki-kimyəvi metodlardan istifadə etdiyindən fizika, kimya və riyaziyyat elmləri ilə sıx bağlıdır. Bununla yanaşı, müasir biokimya fiziologiya, genetika, molekulyar biologiya, biotexnologiya və bir sıra digər bioloji fənlərlə sıx əlaqədə olub onların müasir, biokimyəvi-

molekulyar səviyyədə öyrənilməsinin metodoloji əsasını təşkil edir.

- **Fənnin mənimsənilməsi nəticəsində doktorant Bilməlidir:**

- Canlı aləmin mövcudluğunun və həyat fəaliyyətinin kimyəvi əsaslarını;
- Canlıları təşkil edən maddələrin quruluşunu, xassələrini, əmələ gətirdikləri kompleksləri və onların funksiyalarını;
- Maddələr və enerji mübadiləsi və onların tənzimlənmə yollarını;
- Genetik informasiyanın realizasiyası və ötürülməsinin biokimyəvi əsaslarını;
- Biokimyə elminin nəzəri-praktiki əhəmiyyətini və digər təbiət elmləri ilə əlaqəsini;
- Biokimyə elminin müasir nailiyyətlərini və onun mümkün tətbiq sahələrini;
- Canlılarda fizioloji proseslərin biokimyəvi əsaslarını və xüsusiyyətlərini;
- Biokimyə sahəsində elmi-tədqiqat fəaliyyətinin əsas metodları və prinsiplərini;
- Biokimyəyə aid tədqiqatların metodoloji xarakteristikaları;
- Biokimyənin tədqiqat məsələlərinin qoyuluşu üsullarını;
- Biokimyəvi proseslərin qanunauyğunluqlarını;
- Biokimyənin bir elm sahəsi kimi inkişafının əsas amilləri və qanunauyğunluqlarını;
- Metabolik proseslər arasında qarşılıqlı əlaqələri.

Bacarmalıdır:

- Biokimyəvi biliklərin fizioloji proseslərin izahında istifadə etməyi;
- Biokimyəvi tədqiqat metodlarını eksperimental biologiyada tətbiq etməyi;
- Biokimyənin qanunauyğunluqlarını tədqiq edərkən biokimyə elminin nəzəri əsaslarını tətbiq etməyi;
- Tədqiqat və praktiki xarakterli məsələlərin həllinin alternativ variantlarını təhlil etməyi;
- Tədqiqat və praktiki xarakterli məsələlərin həlli zamanı mövcud resurslar və məhdudiyyətlər əsasında ayrı-ayrı əməliyyatlar şəklində yeni ideyaları irəli sürməyi;
- Müasir şəraitdə biokimyə elminin müxtəlif sahələrinin inkişaf qanunauyğunluqlarını aşkar etməyi;
- Analiz nəticəsində alınan müxtəlif göstəricilərin işlənilib hazırlanması və əsaslandırılması kimi analitik fəaliyyəti həyata keçirməyi;
- Tədqiqatların nəticələrini məntiqli şəkildə yazılı və şifahi formada tərtib etməyi

Yiyələnməlidir:

- Canlı aləmin kimyəvi komponentlərinin struktur və funksional xüsusiyyətlərini öyrənmək üsullarına;
- Bioloji maddələrin kəmiyyət və keyfiyyətə təyin olunma metodlarına;
- Müstəqil nəzəri və empirik tədqiqat aparmaq qabiliyyətinə, elmi nəticələri məntiqi cəhətdən düzgün, əsaslandırılmış və aydın şəkildə auditoriyaya çatdırılması məqsədilə şifahi və yazılı nitqə;

- Məqsədə nail olmaq üçün multidissiplinar yanaşmanın tətbiq etmək qabiliyyətinə;
- Yerli və xarici alimlərin ən əhəmiyyətli, konseptual işlərini qiymətləndirmək qabiliyyətinə, elmi düşüncə mədəniyyətinə.

Sıra №-si	Mövzular
1.	Giriş
2.	Hüceyrənin biokimyası
3.	Amin turşuları. Zülallar
4.	Karbohidratlar
5.	Lipidlər
6.	Nuklein turşuları
7.	Vitaminlər
8.	Fermentlər
9.	Hormonlar
10.	Zülallar və amin turşuların mübadiləsi
11.	Karbohidratların mübadiləsi
12.	Lipid mübadiləsi
13.	Nuklein turşularının mübadiləsi

14.	Enerji mübadiləsi
15.	İkinci mənşəli metabolitlər
16.	Orqan və toxumaların biokimyası
17.	Fotosintez

1. GİRİŞ

Biokimyanın predmeti, qısa inkişaf tarixi, öyrənilməsinin perspektivləri. Canlıların elementar tərkibi. Biokimyanın əsas bölmələri. Statik və dinamik biokimya. Müasir biokimya və onun sahələri. Biokimyanın əsas metodları. Biokimya elminin nəzəri və praktiki əhəmiyyəti, digər təbiət elmləri ilə əlaqəsi [2, 5, 11].

2. HÜCEYRƏNİN BİOKİMYASI

Hüceyrənin komponentləri və sitoplazma. Sitoplazmanın biokimyəvi funksiyaları. Hüceyrə qılafları. Plazmatik membran: tərkibi, xassələri, funksiyaları. Bioloji membranların strukturu və funksiyaları. Membranların quruluşunun maye-mozaik modeli. Membranları təşkil edən lipidlər və zülallar. Reseptor zülallar və onların quruluşu. Membrandan daşınma prosesləri, daşınmanın növləri. Hüceyrə orqanoidlərinin biokimyəvi tərkibinin xüsusiyyətləri, biokimyəvi funksiyaları. Canlı orqanizmlərin kimyəvi tərkibi, biomolekullar. Hüceyrə strukturlarının biokimyəvi tərkibi. Canlıların elementar tərkibi.

Biopolimerlər (zülallar, nuklein turşuları, polisaxaridlər). Su – canlı orqanizmlərdə, ən geniş, yayılmış birləşmə kimi.

Suyun həlledici kimi xassələri. Su, yüklü qrupların elektrostatik qarşılıqlı təsiri. Karbonun, hidrogenin, azotun və oksigenin canlı orqanizmin bioloji funksiyaların yerinə yetirilməsi. Hüceyrədə kimyəvi birləşmələrin miqdarları. Hüceyrədə kimyəvi elementlərin miqdarları [1, 7, 13].

3. AMİN TURŞULARI. ZÜLALLAR

Amin turşuları – zülalların struktur vahidi kimi. Amin-turşularının bioloji funksiyası. Amin turşularının tərkibi və stereokimyəvi quruluşu. Aminturşularının fiziki-kimyəvi xassələri. Aminturşularının stereoizomerləri və optik fəallığı. Aminturşularının həllolma qabiliyyəti. Amin turşularının dissosiasya etmə qabiliyyəti. İzoelektrik nöqtəsi.

Aminturşularının təsnifatı. Proteinogen və qeyri-proteinogen amin turşuları. Proteinogen amin turşularının təsnifatı. Əvəz olunan və əvəz olunmayan amin turşuları. Zülalların kimyəvi tərkibi, struktur vahidləri. Zülalların bioloji funksiyaları. Zülalların quruluş səviyyələri, onları formalaşdırın kimyəvi rabitələrin xarakteristikası. Zülalların fiziki-kimyəvi xassələri: həll olması, amfoterliyi, izoelektrik nöqtəsi, denaturasiyası və reaktivasiyası, denaturasiyanın növləri. Zülalların toxumalardan ayrılması və digər qarışıqlardan təmizlənməsi. Zülalların ekstraksiyası. Zülalların fraksiyalaşdırılması və təmizlənməsi metodları. Xromatoqrafiya, elektroforez, dializ və s. Zülalların homogenliyinin təyin edilməsi (poliakrilamid gel-elektroforez metodu ilə).

Zülalların birincili quruluşunun geyrənilməsi metodları. Zülalların amin turşu ardıcılığının Senger və Edman metodlarının köməyi ilə təyini üsulları. Zülalların ümumi

miqdarının Lori, Bradford və Ninhidrinlə reaksiyalarına əsasən təyini. Zülalların təsnifatı: sadə və mürəkkəb zülallar. Şaperonlar və şaperoninlər. Şaperonların təsnifatı [3, 7].

4. KARBOHİDRATLAR

Karbohidratların bioloji funksiyası. Karbohidratların təsnifatı. Monosaxaridlərin quruluşu və təsnifatı. Monosaxaridlərin fiziki-kimyəvi xassələri. Mutarotasiya. Monosaxaridlərin izomerləri. Disaxaridlərin quruluşu və əsas nümayəndələri. Şəkərlərin reduksiya etmək qabiliyyəti. Polisaxaridlərin quruluşu və əsas nümayəndələri. Homo- və heteropolisaxaridlərin əsas nümayəndələri. Bitki polisaxaridləri – sellüloza və nişasta. İnsan və heyvan mənşəli polisaxaridlər – qlikogen, xitin, heparin. Şəkərlərin törəmələri, aldons və uron turşuları, qlikozidlər, pektin maddələri [1, 4].

5. LİPİDLƏR

Lipidlərin təsnifatı. Lipidlərin bioloji funksiyası. Lipidlərin tərkib komponentləri. Sadə lipidlər: yağlar, mumlar, diol lipidləri, steridlər. Quruluşu, müxtəlifliyi, nümayəndələri, funksiyaları. Ali yağ turşuları, quruluşu, nümayəndələri. Doymuş və doymamış AYT. Mürəkkəb lipidlər: fosfolipidlər, qlikolipidlər. Quruluşu, müxtəlifliyi, nümayəndələri, funksiyaları. Yod ədədi. Yağları xarakterizə edən ədədlərin təyini. [5, 14].

6. NUKLEİN TURŞULARI

Nuklein turşularının quruluşu və təşkilinin əsas xüsusiyyətləri. Nukleozidlər və nukleotidlər. Nuklein

turşularının quruluş səviyyələri, onları əmələ gətirən kimyəvi rabitələrin xarakteristikası. Nukleosomların strukturu. Histon zülallarının quruluşu və funksiyası. Nuklein turşularının fiziki və kimyəvi xassələri. Nuklein turşularının bioloji funksiyaları. DNT – genetik informasiyanın daşıyıcısı kimi.

Nuklein turşularının növləri. DNT-nin biosintezi. DNT-nin ikiləşməsinin komplementarlıq prinsipi. Çarqaff qaydaları. Replikasiya.

RNT-nin quruluşu və növləri (nəqliyyat, məlumat, ribosom və s.). Genom. Xromatin. Transkripsiya prosesi. Genetik kod [6, 10].

7. VİTAMİNLƏR

Vitaminlər haqqında ümumi məlumat. Vitaminlərin nomenklaturası və təsnifatı. Vitaminlərin canlı orqanizmlərdə bioloji funksiyaları. Yağda həll olan vitaminlər (A, D, E, K) onların quruluşu və funksiyaları. Suda həll olan vitaminlər. B₁, B₂, niasin turşusu (B₃), pantoten turşusu (B₅), PP vitamini (nikotin turşusu), B₆ vitamini, B₁₂ vitamini, fol turşusu, biotin (H vitamini), C vitamini.

Vitamin balansının pozulmaları: hipervitaminoz, hipovitaminoz və avitaminozlar. Vitaminlərin təsir mexanizmi: sinergist, aqonist və antoqonist təsir. Vitaminə bənzər maddələr. Antivitaminlər [8, 9].

8. FERMENTLƏR

Fermentlər haqqda ümumi anlayışlar. Fermentlərin maddələr mübadiləsində rolu. Fermentlərin, kimyəvi təbiəti, quruluşu, katalitik xassələri, funksiyaları. Kofaktor,

apoferment, kof ferment, prostetik qrup anlayışları. Kof fermentlər, təsnifatı, quruluşu, xassələri, funksiyaları. Fermentlərin aktiv mərkəzi. Fermentlərin təsir mexanizmi. Fişer, Koşland nəzəriyyələri. Aktivləşmə enerjisi. Fermentativ katalizin əsasları. Fermentativ reaksiyaların kinetikasi. Fermentativ reaksiyaların sürətinə təsir edən amillər. Xoldeyn-Briqqs, Mixaelis-Menten və Laynuver-Berq tənlikləri, onların əhəmiyyəti.

Fermentlərin aktivliyinin pH və temperaturdan asılılığı. Fermentlərin spesifikliyi və onun növləri. Fermentlərin aktivlik vahidləri. Fermentlərin aktivləşdirilməsi və ingibirləşdirilməsi. İngibirləşmənin növləri: geri-dönən və dönməyən ingibirləşmə, rəqabətli, qeyri-rəqabətli, rəqabətsiz, substrat, allosterik ingibirləşmə, onların mexanizmləri. Fermentlərin aktivliyinin tənzimlənmə prinsipləri. Fermentlərin molekulyar formaları və onların əhəmiyyəti. Fermentlərin hüceyrədaxili lokalizasiyası. İzof fermentlər. Fermentlərin nomenklaturası və təsnifatı: oksidoreduk-tazalar, transferazalar, hidrolazalar, liazalar, izomerazalar, liqazalar.

Fermentlərin tətbiq sahələri. Fermentlərin öyrənilməsinin əhəmiyyəti. Enzimlərin biotexnologiyada, tibbdə, qida sənayesində və kənd təsərrüfatında tətbiq sahələri [6, 7, 9].

9. HORMONLAR

Hormonlar haqda müasir təsəvvürlər. Hormonların adlandırılması və təsnifatı. Steroid, zülal və peptid təbiətli hormonlar. Hormonların təsir mexanizmi. Hormonların maddələr mübadiləsində rolu. Maddələr mübadiləsində qarşılıqlı əlaqə və onun neyro-hormonal tənzimlənməsi

Hipotalamusun hormonları. Hipofizin hormonları. Maddələr mübadiləsinin tənzimlənməsində bu vəzilərin rolu.

Epifizin hormonları. Qalxanabənzər vəzinin hormonları, biosintezi və təsir mexanizmləri.

Mədəaltı vəzin hormonları: kimyəvi təbiəti, biosintezi, təsir mexanizmi, maddələr mübadiləsi və fizioloji proseslərin tənzimlənməsində əhəmiyyəti.

Böyrəküstü vəzilərin hormonları: kimyəvi təbiəti, biosintezi, təsir mexanizmləri, maddələr mübadiləsi və fizioloji proseslərin tənzimlənməsində əhəmiyyəti. Steroid hormonlar. Steroid hormonların biosintezi. Steroid hormonların inaktivləşməsi. Cinsi vəzilərin hormonları: quruluşu, biosintezi, təsir mexanizmi, maddələr mübadiləsi və fizioloji proseslərin tənzimlənməsində əhəmiyyəti. Endokrin sistemin fəaliyyətinin pozulmaları və onların səbəbləri. Endokrinopatiyalar [2, 4, 15].

10. ZÜLALLAR VƏ AMİN TURŞULARIN MÜBADİLƏSİ

Zülalların parçalanması yolları. Proteolitik fermentlər: təsir mexanizmi, spesifikliyi. Amin turşularının parçalanması: COOH-, NH₂-qruplarına və radikallara görə gedən reaksiyalar. Transaminləşmə reaksiyaları, onların mexanizmi və mahiyyəti. Parçalanma məhsullarının zərərsizləşdirilməsi. Ornitin sikli. Amin turşularının biosintezi yolları.

Genetik kod və onun xüsusiyyətləri.

Zülalların biosintezinin mərhələləri və bu prosesdə ribosomun rolu. Sintez olunmuş zülalların posttranslasyon modifikasiyası və onun bioloji əhəmiyyəti. Amin turşuları və zülalların mübadiləsinin pozulmaları [5, 11].

11. KARBOHİDRATLARIN MÜBADİLƏSİ

Karbohidratların katabolizmi və onun əhəmiyyəti. Polisaxaridlərin hidrolizi və onu kataliz edən fermentlər: α -, β -, γ -amilazalar, qlikogenfosforilaza. Monosaxaridlərin aktivləşməsi və izomerləşməsi. Monosaxaridlərin parçalanma yolları: aerob və anaerob parçalanma, dixotomik və apotomik yol. Qlikoliz və onun mərhələləri. Aerob və anaerob qlikoliz. Paster effekti. Qlikolizin enerji çıxımı. Tənzimlənməsi. Piroüzüm turşusunun mübadiləsi. Qıvcırma, növləri.

Qlükozanın parçalanmasının pentozofosfat yolu, onun mərhələləri, enerji çıxımı, bioloji əhəmiyyəti. Tənzimlənməsi.

Qlükozanın parçalanmasının Etner-Dudorov yolu.

Krebs sikli, mərhələləri, fermentləri, tənzimlənmə mexanizmi, enerji çıxımı, əhəmiyyəti. Tənzimlənməsi.

Qliksilat sikli, onun yayılması və maddələr mübadiləsində rolu.

Karbohidratların biosintezi. Karbohidratların avtotrof və heteretrof orqanizmlərdə biosintezi. Qlükoneogenez.

Fotosintez: mərhələləri, əhəmiyyəti, tənzimlənməsi. C_3 , C_4 , CAM fotosintezin xüsusiyyətləri. Xemosntez. Oliqo- və polisaxaridlərin sintezi. Qlikogenez prosesi [2, 10, 15].

12. LİPİD MÜBADİLƏSİ

Triqliseridlərin parçalanması. Yağ turşularının aktivləşməsi və parçalanma yolları: β -, α - və ω - oksidləşmə. Yağ turşularının parçalanmasının maddələr və enerji mübadiləsində yerinə yetirdikləri funksiyalar. Yağ turşularının parçalanmasının energetik balansı. Yağ turşularının biosintezi və onun mərhələləri. Yağ turşuları sintazası multiferment kompleksi.

Qliserinin metabolizmi. Ketongenez və ketoliz. Triqliseridlərin biosintezi. Steridlərin mübadiləsi: parçalanması və biosintezi. Xolesterinin biosintezi. Fosfatidlərin mübadiləsi: parçalanması və biosintezi. Qaraciyərin lipid mübadiləsində rolu. Lipid mübadiləsinin pozulmaları [1, 5, 14].

13. NUKLEİN TURŞULARININ MÜBADİLƏSİ

Nuklein turşularının hiddrolizi və onu kataliz edən fermentlər. Nukleotidlərin parçalanması. Purin və pirimidin əsaslarının tam parçalanması. Nuklein turşularının biosintezi: purin və pirimidin əsaslarının biosintezi, nukleozid və nukleotidlərin biosintezi. DNT-nin sintezi, replikasiya və onun mərhələləri. Replikasiyanın fermentləri və onların bu prosədə yerinə yetirdikləri funksiyalar.

RNT-nin sintezi, transkripsiya prosesi və onun mərhələləri. Transkripsiyanın fermentləri və onların bu prosədə yerinə yetirdikləri funksiyalar [2, 6, 10].

14. ENERJİ MÜBADİLƏSİ

Bioloji oksidləşmə və onun əhəmiyyəti. Bioloji oksidləşmə haqda müasir təsəvvürlər, sərbəst oksidləşmə və ADP-nin fosforlaşması ilə müşayiət olunan oksidləşmə. Oksidləşdirici fosforlaşmada mitoxondrilərin rolu. ATP-sintaza və onun işləmə mexanizmi [1, 3].

15. İKİNCİ MƏNŞƏLİ METABOLİTLƏR

İkinci mənşəli metabolitlər haqqında anlayış. İkinci mənşəli metabolitlərin bitkilərdə paylanması və funksiyaları.

İkinci mənşəli metabolitlərin əsas biosintez yolları. Onların bitki orqanında, toxumasında və hüceyrəsində lokalizasiyası. İkinci mənşəli metabolitlərin bitkilərdən alınması, müəyyənləşdirilməsi və praktiki tətbiqi. Fenol birləşmələrinin quruluşu, funksiyaları, təsnifatı və bitki hüceyrəsində lokalizasiyası. Bitki fenollarının əsas biosintez yolları: şikimat və asetat-malonat. Fenolların biosintetik yollarının fermentləri və onların lokalizasiyası. Alkaloidlər: quruluşu, kimyəvi xassələri, təsnifatı, biosintezi, funksiyaları. Terpenoidlər: ümumi quruluşu, bitkilərdə paylanması, təsnifatı, biosintezi və funksiyaları [3, 10, 11].

16. ORQAN VƏ TOXUMALARIN BİOKİMYASI

Qanın funksiyaları. Qanın biokimyəvi tərkibi. Qanın bufer sistemləri. Hemoqlobinin sintezi. Porfiriya. Qaraciyərin maddələr mübadiləsində (zülallar, karbohidratlar, lipidləri) rolu. karbohidrat mübadiləsində iştirakı. Ödün tərkibi, ümumi xassələri və əhəmiyyəti. Qaraciyərin detoksikasiyaedici funksiyasının mərhələləri. Hemoqlobinin parçalanması: öd pigmentlərinin əmələ gəlməsi, zərərsizləşdirilməsi və orqanizmdən xaric edilməsi. Sarılıqlar, növləri. Böyrəklərdə maddələr mübadiləsinin xüsusiyyətləri. Orqanizmin turşu-qələvi müvazinətinin tənzimlənməsində böyrəklərin rolu. Sidiyin ümumi xassələri (norma və patologiyada). Sidiyin normal kimyəvi komponentləri. Kreatinin sidikdə təyininin diaqnostik əhəmiyyəti. Sidiyin patoloji komponentləri. Böyrəkdaşı xəstəliyi. Sinir toxumasında olan lipidlər və onların mübadiləsi. Sinir toxumasında karbohidratların kimyəvi tərkibi və onların enerji ilə təmin edilməsinin xüsusiyyətləri. Sinir toxumasında

zülal, neyropeptidlər və nuklein turşuların kimyəvi tərkibi və mübadiləsi. Sinir impulslarının yaranma və nəql edilməsinin biokimyəvi mexanizmləri. Sinir impulslarının nəql edilməsində mediatorların rolu. Xolinerqik və adrenergik reseptorlar. Yaddaşın biokimyəvi mexanizmləri. Əzələ toxumasının kimyəvi tərkibi: əzələ zülalları. Ürək əzələsinin və saya əzələlərin kimyəvi tərkibinin əsas xüsusiyyətləri. Əzələ toxumasını enerji ilə təchiz edən mənbələr. Əzələ yığılmasının biokimyəvi mexanizmi. Birləşdirici toxuma haqqında ümumi məlumat, funksiyaları, əsas hüceyrələri. Birləşdirici toxumanın hüceyrəarası matriksinin əsas zülalları: kollagen, elastin. Birləşdirici toxumanın qeyri-kollagen tipli zülalları [1, 5, 9].

17. FOTOSİNTEZ

Fotosintez anlayışı, mexanizmi. I və II fotosistemin xarakteristikası, aralarında elektron daşıyıcıları ilə bağlılığı. Fotoaktivləşməsi zamanı baş verən reaksiyalar. Işıq (fotofiziki və fotokimyəvi mərhələləri) və qaranlıq fazaları. Işıq reaksiyasının gedişi zamanı günəş enerjisinin xlorofillə udulması və reaksiya mərkəzinə verilməsi. Elektronların müxtəlif daşıyıcılar arasında nəqli və bununla əlaqədar fosforilləşmədən ibarət kimyəvi reaksiyalar. Reduksiyaedici və energetik ekvivalentlər (NADPH və ATP). C3, C4, CAM fotosintezin xüsusiyyətləri [7, 11].

ƏDƏBİYYAT

Əsas:

1. Əfəndiyev A.M., Eyyubova A.Ə., Qarayev A.N. «Patoloji və klinik biokimya» (dərslük). Bakı, 2019-cu il.
 2. Əfəndiyev A.M., İslamzadə F.Q., Qarayev A.N., Eyyubova A.Ə. “Bioloji kimyadan laboratoriya məşğələləri” (dərs vəsaiti). Bakı, 2015-ci il.
 3. İslamzadə F.I., Əfəndiyev A.M., İslamzadə F.Q. İnsan biokimyasının əsasları (dərslük, I cild). Bakı, 2015-ci il.
 4. İslamzadə F.I., İslamzadə F.Q., Əfəndiyev A.M. İnsan biokimyasının əsasları (dərslük, II cild). Bakı, 2015-ci il.
 5. Qarayev A.N. Bioloji kimya (rezidenturaya hazırlaşmaq üçün vəsait). "Abituriyent". Bakı, 2022, 544 s.
 6. Quliyev A.Ə., Həsənov T.H., Güləhmədov S.Q. Bioloji kimya – statika. Bakı, 2004, 492 s.
 7. Quliyev A.Ə., Öməröva S .N. Enzimologiyanın əsasları. Bakı, 2010, 172 s.
 8. Quliyev A.Ə., Tağı-zadə Z.A., Abdullayeva N.F. Vitaminlərin biokimyası. Bakı, 2015, 312 s.
 9. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия (учеб. для студентов медвузов), Москва. Медицина, 2018, 704 с.
 10. Биохимия (Под ред. Е.С.Северина) Издательство «ГЭОТАР-Медиа», 2022, 768 стр.
 11. Зезеров Е.Г. Биохимия (общая, медицинская и фармакологическая). Изд-во «Мед. информационное агентство», 2018, 448 с.
- ### *Əlavə:*
12. Кольман Я., Рем К.Г. Наглядная биохимия: Изд-во «Мир», 2014, 469 с.

13. Кольман Я., Рём К.-Г.; Пер. с англ. Т.П. Мосоловой
Наглядная биохимия, Издательство «Лаборатория
знаний», 2018, 509 с.
14. Таганович А.Д., Олецкий Э. И., Котович И.Л.
Патологическая биохимия, Издательство «Бином»,
2019, 248 стр.
15. Eureka:Biochemistry & Metabolism: by Andrew
Davison, Anna Milan, Suzannah Phillips, Lakshminarayan
Ranganath, 2025, J. P. Medical Ltd. 272 p.

Elektron resurslari:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/bookshelf/br.fcgi?book=anbio>

<http://e.lanbook.com/book/211931>

<http://e.lanbook.com/book/211019?category=43768>

[http://www.litres.ru/s-v-vasileva/biohimiya-zhivotnyh-
66000674/](http://www.litres.ru/s-v-vasileva/biohimiya-zhivotnyh-66000674/)

[https://cpur.in/library/Books/35.%20Fundamentals%20of%20P
lant%20Biochemistry.pdf](https://cpur.in/library/Books/35.%20Fundamentals%20of%20P
lant%20Biochemistry.pdf)

Пояснительная записка

Биологическая химия – занимает одно из важнейших мест среди фундаментальных предметов образовательной системы. Преподавание дисциплины расширяет мировоззрение в понимании химических основ живой материи, создает возможность понимания молекулярно-биохимических аспектов ее наличия и эволюции. Экспериментальные исследования знакомят соискателя с методами исследования живого, что крайне важно для их будущей самостоятельной научно-исследовательской работы и становления полноценными исследователями. Предмет биохимия состоит из трех частей: статическая, динамическая и функциональная.

Статическая изучает химический состав организмов и структур составляющих их молекул (белков, аминокислот, нуклеиновых кислот, нуклеотидов, углеводов и их производных, липидов, витаминов, гормонов), а также биологические катализаторы – ферменты, их разнообразие, механизм действия и кинетику ферментативных реакций.

Динамическая биохимия изучает химические реакции, представляющие обмен веществ (метаболизм), а именно пути превращения молекул и механизмы происходящих между ними реакций.

Функциональная биохимия, раздел биохимии, задачей которой является изучение взаимосвязи между химической структурой, физико-химическими свойствами соединений и их биологической активностью. Функциональная биохимия раскрывает суть жизненно

важных биохимических процессов, лежащих в основе физиологических функций различных клеток, тканей или органов.

Программа по специальности 24.06.02 “Биокимуа” полностью охватывает курс преподавания, и соответствует современным требованиям дисциплины.

- Цели дисциплины

Основная цель заключается в формировании полного понимания на молекулярном уровне природы всех химических процессов, связанных с жизнедеятельностью клеток, строения и свойств биополимеров, составляющих основу живой материи (белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов), их мономеров (аминокислот, нуклеотидов, моносахаридов, жирных кислот) и биологически активных веществ (витаминов, гормонов).

- Место дисциплины среди других наук

Биологическая химия изучает молекулярные процессы, лежащие в основе развития и функционирования организмов. Биохимия использует методы «молекулярных» наук — химии, физической химии, молекулярной физики, и в этом отношении биохимия сама является молекулярной наукой. Однако главные конечные задачи биохимии лежат в области биологии, она изучает закономерности биологической, а не химической формы движения материи. С другой стороны, «молекулярные изобретения» природы, открываемые биохимиками, находят применение в небιологических отраслях знания и в промышленности (молекулярная бионика, биотехнология). В таких случаях биохимия выступает в роли метода, а предметом исследований и

разработок являются проблемы, выходящие за пределы биологии.

В результате усвоения дисциплины докторант должен

Знать:

- Химические основы существования и жизнедеятельности живой материи;
- Строение, свойства и функции соединений, а также их комплексов, составляющих основу живой материи;
- Обмен веществ и энергии, способы регуляции;
- Биохимические основы реализации и способы передачи генетической информации;
- Теоретико-практическое значение биохимической науки и ее связь с другими естественными науками;
- Современные достижения биохимической науки и области применения;
- Биохимические основы и особенности физиологических процессов живых существ;
- Методы постановки исследовательских задач биохимии;
- Изучение закономерностей биохимических процессов;
- Основные факторы и закономерности развития биохимии как отрасли науки;
- Взаимосвязь между обменными процессами.

Уметь:

- Применять теоретические знания в объяснении основных физиологических процессов;

- Применять биохимические методы в экспериментальной биологии;
- Применять теоретические знания в практических целях;
- Анализ альтернативных вариантов решения вопросов исследовательского и практического характера;
- Выдвигать новые идеи на основе имеющихся ресурсов при решении вопросов исследовательского и практического характера;
- Выявление закономерностей развития различных отраслей биохимической науки в современных условиях;
- Разработка и обоснование результатов, полученных в результате анализа;
- Оформление результатов исследований в письменной и устной форме.

Владеть:

- Методами изучения структурных и функциональных свойств химических компонентов живой материи;
- Методами количественного и качественного определения биологических веществ;
- Способность самостоятельно проводить теоретические и статистические исследования;
- Умение грамотно и точно донести до аудитории научные результаты.

№	Темы
1.	Введение
2.	Биохимия клетки
3.	Аминокислоты. Белки
4.	Углеводы
5.	Липиды
6.	Нуклеиновые кислоты
7.	Витамины
8.	Ферменты
9.	Гормоны
10.	Обмен аминокислот и белков
11.	Обмен углеводов
12.	Обмен липидов
13.	Обмен нуклеиновых кислот
14.	Энергетический обмен
15.	Вторичные метаболиты
16.	Биохимия тканей и органов
17.	Фотосинтез

1. ВВЕДЕНИЕ

Предмет биохимии, краткая история развития, перспективы ее изучения. Элементарный состав живых существ. Основные разделы биохимии. Статическая и динамическая биохимия. Современная биохимия и области её применения. Основные методы биохимии. Теоретическое и практическое основы науки, связь с другими естественными науками [2, 5, 11].

2. БИОХИМИЯ КЛЕТКИ

Структура клетки и цитоплазмы. Биохимические функции цитоплазмы. Клеточная стенка. Плазматическая мембрана, состав, свойства, функции. Строение и функции биологических мембран. Жидкостно-мозаичная модель. Липидный и белковый состав мембран. Рецепторные белки и их строение. Процессы транспортировки через мембрану, виды транспорта. Особенности биохимического состава клеточных органоидов, их биохимические функции. Химический состав живых организмов, биомолекул. Биохимический состав клеточных структур. Элементарный состав живых существ. Биополимеры (белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды). Вода, как самый важный и неотъемлемый компонент живых организмов. Свойства воды как растворителя. Вода, электростатическое взаимодействие заряженных групп. Количественный состав химических элементов и соединений в клетке [1, 7, 13].

3. АМИНОКИСЛОТЫ. БЕЛКИ

Аминокислоты: строение, номенклатура, классификация и физико-химические свойства. Пептидная связь и ее особенности. Состав и стереохимическая структура аминокислот. Физико-химические свойства аминокислот.

Стереизомеры аминокислот и их оптическая активность. Растворимость аминокислот. Способность аминокислот диссоциировать. Изoeлектрическая точка.

Классификация аминокислот. Протеиногенные аминокислоты. Классификация протеиногенных аминокислот. Незаменимые и заменимые аминокислоты.

Химический состав белков, структурные единицы. Биологическая функция белков. Физико-химические свойства белков: растворимость, амфотерность, изoeлектрическая точка, денатурация и ренатурация, виды денатурации. Отделение белков от тканей и очистка их от других примесей. Экстракция белков. Методы фракционирования и очистки белков. Хроматография, электрофорез, диализ и т.д. Определение гомогенности белков (методом полиакриламидного гель-электрофореза). Принципы структурно-функциональной организации белков. Строение белков. Первичная структура белков. Вторичная структура белков: α -спираль и β -складчатый слой. Доменная организация белка и ее функциональное значение. Третичная структура белка. Глобулярные и фибриллярные белки. Четвертичная структура белка. Разнообразие белков, распространение и выполняемые ими функции. Классификация белков: простые и сложные

белки. Шапероны и шаперонины. Классификация шаперонов [3, 7, 11].

4. УГЛЕВОДЫ

Биологическая функция углеводов. Классификация углеводов. Классификация углеводов: моно-, олиго- и полисахариды. Строение и классификация моносахаридов. Физико-химические свойства моносахаридов. Мутаротация. Изомеры моносахаридов.

Строение и основные представители дисахаридов. Способность сахаров восстанавливаться.

Строение и основные представители полисахаридов. Основные представители гомо - и гетерополисахаридов. Растительные полисахариды - целлюлоза и крахмал. Полисахариды человеческого и животного происхождения – гликоген, хитин, гепарин. Производные сахаров, альдоновая и уроновая кислоты, гликозиды, пектиновые вещества [1, 4].

5. ЛИПИДЫ

Общие представления о липидах. Строение и свойства липидов: простые и сложные липиды. Классификация простых липидов: жиры, воска и стериды. Компоненты простых липидов: высшие жирные кислоты и спирты. Насыщенные и не насыщенные высшие жирные кислоты (ВЖК), их строение, номенклатура и свойства. Строение, свойства, распространение в природе и функции основных представителей простых липидов. Особенности строения, свойства, классификация, распространение в природе

и функции основных представителей сложных липидов (фосфолипидов, инозитфосфолипидов, сфинголипидов, гликолипидов). Определение йодного числа. Определение чисел, характеризующих жиры [5, 14].

6. НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Нуклеиновые кислоты: распространение, внутриклеточная локализация, функции. Типы нуклеиновых кислот: ДНК и РНК. Компоненты нуклеиновых кислот: азотистые основания, углевод (пентоза) и остаток фосфорной кислоты. Нуклеотиды и нуклеозиды. Нуклеотидный состав молекул ДНК и РНК, правило Чаргаффа.

Строение нуклеосом. Строение и функции гистоновых белков. Физические и химические свойства нуклеиновых кислот.

Биологическая функции нуклеиновых кислот. ДНК-как носитель генетической информации. Первичная и вторичная структуры нуклеиновых кислот. Одно- и двуспиральная формы ДНК, модель Уотсона-Крика. Линейная и кольцевая молекулы ДНК. Денатурация и ренатурация ДНК. Структурные и функциональные особенности мРНК, рРНК и тРНК. Третичная структура нуклеиновых кислот. Уровни спирализации ДНК [6, 10].

7. ВИТАМИНЫ

Общие сведения о витаминах. Номенклатура и классификация витаминов. Биологические функции витаминов в живых организмах. Жирорастворимые

витамины (А, D, E, K), строение и функции. Водорастворимые витамины. В₁, В₂, В₃ (ниацин) В₅ (пантотеновая кислота), витамин РР (никотиновая кислота), В₆, витамин В₁₂, фолиевая кислота, биотин (витамин Н), витамин С. Нарушения витаминного баланса: гипervитаминоз, гиповитаминоз и авитаминоз.

Механизм действия витаминов: синергическое, агонистическое и антагонистическое действие. Витаминоподобные вещества. Антивитамины [8, 9].

8. ФЕРМЕНТЫ

Общие понятия о ферментах. Роль ферментов в обмене веществ. Химическая природа, строение, каталитические свойства, функции ферментов. Понятия кофактор, апофермент, кофермент, простетическая группа. Коферменты, классификация, структура, свойства, функции. Активный центр ферментов. Коферменты, классификация, строение, свойства, функции. Механизм действия ферментов. Теории Фишера, Кошланда. Энергия активации. Основы ферментативного катализа. Кинетика ферментативных реакций. Факторы, влияющие на скорость ферментативных реакций. Уравнения Холдейна-Бриггса, Михаэлиса-Ментена и Лайнера-Берга, их значение. Зависимость активности ферментов от рН и температуры. Специфичность действия. Единицы активности ферментов. Активация и ингибирование ферментов. Виды ингибирования: обратимое и необратимое ингибирование, конкурентное, неконкурентное, субстратное, аллостерическое ингибирование, их механизмы. Регуляции активности

ферментов. Молекулярные формы ферментов и их значение. Внутриклеточная локализация ферментов. Изоферменты. Номенклатура и классификация ферментов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы. Механизмы действия, представители. Области применения ферментов в биотехнологии, медицине, пищевой промышленности и сельском хозяйстве [6, 7, 9].

9. ГОРМОНЫ

Современные представления о гормонах. Наименование и классификация гормонов. Гормоны стероидной, белковой и пептидной природы. Механизм действия гормонов. Роль гормонов в обмене веществ. Взаимодействие в обмене веществ и нейро-гормональная регуляция.

Гормоны гипоталамуса. Гормоны гипофиза. Роль желез в регуляции обмена веществ.

Гормоны эпифиза. Гормоны щитовидной железы, биосинтез и механизм действия.

Гормоны поджелудочной железы: химическая природа, биосинтез, механизм действия, значение в регуляции обмена веществ и физиологических процессах.

Гормоны надпочечников: химическая природа, биосинтез, механизм действия, значение в регуляции обмена веществ и физиологических процессах.

Стероидные гормоны. Биосинтез стероидных гормонов. Механизм активации стероидных гормонов.

Гормоны половых желез: строение, биосинтез, механизм действия, значение в регуляции обмена веществ и физиологических процессах.

Нарушения функционирования эндокринной системы и их причины. Эндокринопатии [2, 4, 15].

10. ОБМЕН АМИНОКИСЛОТ И БЕЛКОВ

Пути расщепления белков. Протеолитические ферменты: механизм действия, специфичность. Разложение аминокислот: реакции, происходящие по COOH- , NH_2 -группам и радикалам.

Реакции трансаминирования, их механизм и значение. Обезвреживание продуктов распада. Орнитинный цикл. Пути биосинтеза аминокислот. Этапы биосинтеза белков и роль рибосом в данном процессе. Посттрансляционная модификация синтезированных белков и ее биологическое значение. Генетический код. Особенности кода. Нарушения обмена аминокислот и белков [5, 11].

11. ОБМЕН УГЛЕВОДОВ

Катаболизм углеводов и его значение. Гидролиз полисахаридов и катализирующие его ферменты: α -, β -, γ -амилазы, гликогенфосфорилаза.

Активация и изомеризация моносахаридов. Пути расщепления моносахаридов: аэробный и анаэробный пути расщепления, дихотомический и апотомический пути.

Гликолиз и его стадии. Аэробный и анаэробный гликолиз. Эффект Пастера. Энергетический выход

гликолиза. Регуляция. Обмен пировиноградной кислоты. Брожение, виды.

Пентозофосфатный путь расщепления глюкозы, его стадии, энергетический выход, биологическое значение. Регуляция.

Расщепление глюкозы по пути Этнер-Дудорова.

Цикл Кребса, фазы, ферменты, механизм регуляции, энергетический выход, значение. Регуляция.

Глиоксилатный цикл, распространение и роль в обмене веществ.

Биосинтез углеводов. Биосинтез углеводов в автотрофных и гетеротрофных организмах.

Глюконеогенез. Фотосинтез: этапы, значение, регуляция. Особенности фотосинтеза C3, C4, CAM. Хемосинтез. Синтез олиго - и полисахаридов. Процесс гликогенеза [2, 10, 15].

12. ОБМЕН ЛИПИДОВ

Распад триглицеридов. Пути активации и разложения жирных кислот: β -, α - и ω -окисление. Значение расщепления жирных кислот в обмене веществ и энергии. Энергетический баланс распада жирных кислот. Биосинтез жирных кислот и его стадии. Метаболизм глицерина. Кетоногенез и кетолиз.

Биосинтез триглицеридов. Метаболизм стероидов: распад и биосинтез. Биосинтез холестерина. Обмен фосфатидов: распад и биосинтез. Роль печени в липидном обмене. Нарушения липидного обмена [1, 5, 14].

13. ОБМЕН НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

Гидролиз нуклеиновых кислот и катализирующие его ферменты. Распад нуклеотидов. Полное разложение пуриновых и пиримидиновых оснований. Биосинтез нуклеиновых кислот: Биосинтез пуриновых и пиримидиновых оснований, нуклеозидов и нуклеотидов. Синтез ДНК, репликация и ее стадии. Ферменты репликации и функции, которые они выполняют в этом процессе. Синтез РНК, процесс транскрипции и его стадии. Ферменты транскрипции и функции, которые они выполняют в этом процессе [2, 6, 10].

14. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН

Биологическое окисление и его значение. Современные представления о биологическом окислении, окисление, сопровождающееся свободным окислением и фосфорилированием АДФ. Роль митохондрий в окислительном фосфорилировании. АТФ-синтаза и механизм ее функционирования [1, 3].

15. ВТОРИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ

Понятие о вторичных метаболитах, распределение и функции в растительных объектах. Основные пути биосинтеза, локализация в организме, тканях и клетках растений. Получение из растений, идентификация и практическое применение метаболитов вторичного происхождения. Строение, функции, классификация и локализация фенольных соединений в растительной

клетке. Основные пути биосинтеза растительных фенолов: шикимат и ацетат-малонат. Ферменты биосинтетических путей фенолов и их локализация.

Алкалоиды: строение, химические свойства, классификация, биосинтез, функции.

Терпеноиды: общая структура, распределение, классификация, биосинтез и функции в растениях [3, 10, 11].

16. БИОХИМИЯ ТКАНЕЙ И ОРГАНОВ

Функции крови. Биохимический состав крови. Закон буферных систем. Синтез гемоглобина. Порфирин. Роль печени в обмене веществ (белки, углеводы, липиды), участие в углеводном обмене. Желчь, состав, основные свойства. Стадии детоксикационной функции печени. Расщепление гемоглобина. Образование, нейтрализация и выведение из организма желчных пигментов.

Желтуха, виды желтухи. Особенности обмена веществ в почках. Роль почек в регуляции кислотно-щелочного баланса организма. Общие свойства мочи (в норме и при патологии). Химические компоненты мочи в норме. Диагностическое значение определения креатинина в моче. Патологические компоненты мочи. Образование камней в почках. Липиды в нервной ткани и их обмен. Химический состав углеводов в нервной ткани и особенности их энергетического обеспечения. Химический состав и обмен белков, нейропептидов и нуклеиновых кислот в нервной ткани. Биохимические механизмы генерации и передачи нервных импульсов. Роль медиаторов в транспорте нервных импульсов.

Холинергические и адренорецепторы. Биохимические механизмы памяти. Химический состав мышечной ткани: мышечные белки. Основные характеристики химического состава сердечной мышцы. Источники, которые снабжают мышечную ткань энергией. Биохимический механизм наращивания мышечной массы. Общие сведения об соединительной ткани, ее функциях, стволовых клетках. Основные белки межклеточного матрикса соединительной ткани: коллаген, эластин. Белки неколлагенового типа соединительной ткани. Гликозамингликаны и протеогликаны соединительной ткани [1, 5, 9, 14].

17. ФОТОСИНТЕЗ

Фотосинтез, механизм. Характеристика фотосистем I и II, связь с электронными носителями. Реакции, происходящие при фотоактивации. Световая (фотофизические и фотохимические) и темновая фазы фотосинтеза.

Поглощение хлорофиллом солнечной энергии и передача ее в реакционный центр. Химические реакции, заключающиеся в переносе электронов между различными носителями и связанном с ними фосфорилированием. Восстановительные и энергетические эквиваленты (НАДФН и АТФ). Особенности C3, C4 и САМ фотосинтеза [7, 11].