

“MOLEKULYAR BİOLOGİYA”

ixtisası üzrə fəlsəfə doktoru imtahanının

PROQRAMI

Elm sahəsi: BİOLOGİYA

İxtisas: 2415.01 – “MOLEKULYAR BİOLOGİYA”

**Molekulyar biologiya fənni üzrə fəlsəfə doktoru imtahanının proqramı
AMEA Molekulyar Biologiya və Biotexnologiyalar İnstitutunun baş
direktoru akademik İradə Hüseynovanın ümumi elmi rəhbərliyi ilə
aşağıdakı müəlliflər tərəfindən hazırlanmışdır**

AR ETN Molekulyar Biologiya və
Biotexnologiyalar İnstitutunun
Bioinformatika laboratoriyasının
müdiri b.e.d., AMEA-nın müx. üzvü

İlham Əyyub oğlu Şahmuradov

AR ETN Molekulyar Biologiya və
Biotexnologiyalar İnstitutunun
Genomun quruluşu və ekspresiyası
laboratoriyasının müdiri b.ü.f.d., dos.

Ələmdar Çərkəz oğlu Məmmədov

AR ETN Molekulyar Biologiya və
Biotexnologiyalar İnstitutunun
Populyasiya genomiksi laboratoriyasının
müdiri b.ü.f.d., dos.

Nurməmməd Şamil oğlu Mustafayev

AR ETN Molekulyar Biologiya və
Biotexnologiyalar İnstitutunun
Genomun quruluşu və ekspresiyası
laboratoriyasının aparıcı elmi işçisi, b.ü.f.d.

Zərifə Cahandar qızı Süleymanova

AR ETN Molekulyar Biologiya və
Biotexnologiyalar İnstitutunun
Bioadaptasiya laboratoriyasının
aparıcı elmi işçisi, b.ü.f.d., dos.

Samirə Məhəmmədrəhim qızı Rüstəмова

AR ETN Molekulyar Biologiya və
Biotexnologiyalar İnstitutunun
Genomun quruluşu və ekspresiyası
laboratoriyasının aparıcı elmi
işçisi, b.ü.f.d., dos.

Səadət Rüstəm qızı Xudaverdiyeva

AR ETN Molekulyar Biologiya və
Biotexnologiyalar İnstitutunun
Bioadaptasiya laboratoriyasının
aparıcı elmi işçisi, b.ü.f.d., dos.

Nərgiz Fəxrəddin qızı Sultanova

MƏZMUNU

ÜMUMİ QAYDALAR	3
I BÖLMƏ. ELMİ İXTİSAS ÜZRƏ FƏLSƏFƏ DOKTORU İMTAHANININ HƏDƏFLƏRİ VƏ MƏQSƏDLƏRİ	4
II BÖLMƏ. FƏLSƏFƏ DOKTORU İMTAHANININ VERİLMƏSİ PROSESİNDƏ YOXLANILAN BACARIQLAR	6
III BÖLMƏ. FƏLSƏFƏ DOKTORU İMTAHANI PROQRAMININ MƏZMUNU	8
FƏSİL 1. Dezoksiribonuklein turşusu (DNT)	8
FƏSİL 2. Ribonuklein turşusu (RNT)	11
FƏSİL 3. Zülallar	12
FƏSİL 4. Genlər və xromosomlar	13
FƏSİL 5. Genlərin ekspressiyasının tənzimlənməsi	14
FƏSİL 6. Genomlar, oxunması və annotasiyası	15
FƏSİL 7. Viruslar	16
FƏSİL 8. Molekulyar biologiyada istifadə olunan metodlar, yanaşmalar və resurslar	17
IV BÖLMƏ. TƏDRİS-METODİK VƏ İNFORMASIYA TƏMİNATI	17
V BÖLMƏ. QIYMƏTLƏNDİRMƏ MEYARLARI	21
VI BÖLMƏ. FƏLSƏFƏ DOKTORU İMTAHANINA HAZIRLAŞMAQ ÜÇÜN NÜMUNƏVİ SUALLARIN SİYAHISI	24

ÜMUMİ QAYDALAR

“Molekulyar Biologiya” fənni 24 – Biologiya ixtisası, 2415.01 “Molekulyar Biologiya” istiqaməti proqramı üzrə doktoranturada elmi-pedaqoji kadrlar hazırlığının variativ hissəsinə aid məcburi fəndir.

“Molekulyar biologiya” fənninin öyrənilməsi bakalavr və magistr hazırlığı üzrə əsas təhsil proqramının mənimsənilməsi prosesində doktorantların yiyələndiyi biliklərin məcmusuna əsaslanır. Proqramın əsasını aşağıdakı fənlərin əsas müddəaları təşkil edir: “Molekulyar biologiya”, “Biologiyanın müasir problemlər”, “Genetik məlumatın ekspressiyasının tənzimlənmə mexanizmləri”, “Molekulyar biologiyanın tədqiqat metodları”, “Gen və zülal mühəndisliyi”, “Genomiks”, “Proteomiks”, “Molekulyar təkamül”, “Bioloji makromolekulların daşınmasının molekulyar mexanizmləri”, “Bioloji siqnalların ötürülməsinin molekulyar mexanizmləri”, “Molekulyar fitopatologiya”. “Molekulyar biologiya” fənni üzrə fəlsəfə doktoru imtahanına daxil edilmiş sualların mənimsənilməsinin nəticələri doktorantların elmi-tədqiqat və peşəkar fəaliyyətləri üçün həlledici əhəmiyyətə malikdir.

“Molekulyar Biologiya” fənni üzrə fəlsəfə doktoru imtahanı tədris planında və təqvim tədris qrafikində müəyyən edilmiş müddətlərdə keçirilir.

“Molekulyar biologiya” fənni üzrə fəlsəfə doktoru imtahanı proqramında fəlsəfə doktoru imtahanının hədəfləri və məqsədləri, ona olan tələblər müəyyən edilmiş, fəlsəfə doktoru imtahanının məzmunu və qiymətləndirmə meyarları təsvir edilmişdir.

“Molekulyar biologiya” fənni geniş erudisiyalı, fundamental elmi bazaya malik olan, elmi yaradıcılığın metodologiyası və müasir informasiya texnologiyaları barədə məlumatlı, müstəqil elmi-tədqiqat və elmi-pedaqoji fəaliyyətlə məşğul olmağı bacaran və buna hazır olan şəxsiyyətin formalaşmasına imkan yaradır.

I BÖLMƏ. ELMİ İXTİSAS ÜZRƏ FƏLSƏFƏ DOKTORU İMTAHANININ HƏDƏFLƏRİ VƏ MƏQSƏDLƏRİ

2415.01 - “Molekulyar biologiya” elmi ixtisas üzrə doktoranturada təhsil

alanların hazırlığının hədəfi molekulyar biologiya istiqamətində ali ixtisaslı kadrlar hazırlanmasından, elmi və elmi-pedaqoji kadrlarla, həmçinin müasir elmi metodlara yiyələnmiş yüksək ixtisaslı mütəxəssislərlə təmin etməkdən, doktorantın elmi ixtisas fənlərinin öyrənilməsinin yekunlarına əsasən onun bacarıqlarının səviyyəsini aşkar etmək və qiymətləndirməkdən ibarətdir.

Tədqiqatın məzmunu aşağıdakılardır: nuklein turşuların quruluşu və funksiyaları; genetik kod; genlərin ekspressiyasının ümumi prinsipləri: transkripsiya, translyasiya və epigenetik tənzimləmə; genomların quruluş xüsusiyyətləri və təkamülü; replikasiya, rekombinasiya, mutageniz və reparasiya mexanizmləri; xromosomdan kənar replikonlar, transpozisiya edən elementlər və s.

Tədqiqatın obyektini aşağıdakılardır: makromolekullar (zülallar və nuklein turşuları), molekulyar komplekslər (molekulyar maşınlar) və onların həyata keçirdiyi proseslər, hüceyrə və subhüceyrə quruluşları (nüvə, mitoxondri, ribosom, xromosom, hüceyrə membranı və s.), viruslar və bakteriofaqlar.

Elmi ixtisas üzrə fəlsəfə doktoru imtahanının hədəfi təhsil alanlar tərəfindən əsas ali təhsil proqramının - 24 – Biologiya ixtisası, 2415.01 “Molekulyar Biologiya” istiqaməti üzrə doktoranturada elmi-pedaqoji kadrlar hazırlanması proqramının mənimsənilməsinin nəticələrinin Dövlət Ali Təhsil Standartlarının müvafiq tələblərinə nə dərəcədə uyğun olduğunu təyin etməkdir.

Elmi ixtisas üzrə fəlsəfə doktoru imtahanının məqsədləri:

– elmi ixtisas üzrə fəlsəfə doktoru imtahanına hazırlıq və fəlsəfə doktoru imtahanının verilməsi prosesində 24 - “Biologiya” hazırlıq istiqaməti üzrə Dövlət Ali Təhsil Standartlarının tələbləri (ali ixtisaslı kadrların hazırlıq səviyyəsi) və təhsil alanların ali təhsil proqramının - doktoranturada elmi-pedaqoji kadrların hazırlanması proqramının mənimsənilməsi prosesində əldə etdikləri faktiki bilik, bacarıq və vərdişlər, o cümlədən molekulyar biologiya üzrə elmi-tədqiqat və pedaqoji fəaliyyət üzrə ümumi və xüsusi bilik və bacarıqlar arasında uyğunluğu təyin etmək;

– doktorantın molekulyar biologiyanın ümumi kateqoriyalarını, anlayışlarını və metodologiyasını, biologiya elminin konseptual (fundamental) problemlərini, tədqiq

edilən problemlərə əsas elmi yanaşmaları nə dərəcədə mənimsədiyini aşkar etmək;

– doktorantın nəzəri və tətbiqi bioloji problemləri və prosesləri təhlil etmək, yeni və ya daha əvvəl məlum olan faktları, prosesləri və nöqtəyi-nəzərləri dərk etmək, bioloji proseslərə xas olan sabit və təkrarlanan əlaqələri, bioloji proseslərin qanunauyğunluqlarını və mexanizmlərini aşkar etmək, bu əsasda mövcud faktları və yeni bioloji fenomenləri izah etmək, bioloji prosesləri anlamaq və öncədən görmək bacarığını qiymətləndirmək;

– doktorantın tədqiqat metodlarını müstəqil öyrənmək, müasir elmi nailiyyətləri tənqidi mövqedən təhlil etmək və qiymətləndirmək, tədqiqat və praktiki xarakterli məsələlərin həlli zamanı yeni ideyalar irəli sürmək, bioloji proseslərin tənzimlənməsində əsas problemləri seçmək, onların həlli yollarını və üsullarını modelləşdirmək qabiliyyətini qiymətləndirmək.

II BÖLMƏ.

FƏLSƏFƏ DOKTORU İMTAHANININ VERİLMƏSİ PROSESİNDƏ YOXLANAN BACARIQLAR

Doktorantura proqramının ixtisas fənni üzrə fəlsəfə doktoru imtahanı aşağıda sadalanan **bacarıqların** üzə çıxarılmasına yönəldilmişdir:

Universal bacarıqlar:

– müasir elmi nailiyyətləri tənqidi mövqedən təhlil etmək və qiymətləndirmək, tədqiqat və praktiki xarakterli məsələlərin həlli zamanı, o cümlədən fənlərarası sahələrdə yeni ideyalar irəli sürmək qabiliyyəti;

Ümumi peşəkar bacarıqlar:

– müvafiq peşə sahəsində müasir tədqiqat metodlarından və informasiya-kommunikasiya texnologiyalarından istifadə etməklə müstəqil elmi-tədqiqat fəaliyyətini həyata keçirmək qabiliyyəti.

Peşəkar bacarıqlar:

- molekulyar biologiya üzrə elmi ədəbiyyatı müstəqil analiz etmək;
- molekulyar biologiyanın müxtəlif istiqamətləri üzrə müasir tədqiqat

metodlarından və yeni yanaşma üsullarından istifadə etməklə elmi-tədqiqat aparmaq;

- molekulyar biologiya üzrə elmi yenilikləri tənqidi mövqedən təhlil etmək və qiymətləndirmək;
- molekulyar biologiyanın müxtəlif istiqamətləri üzrə tədqiqat və praktiki xarakterli məsələləri müstəqil həll etmək;
- molekulyar biologiya istiqamətində beynəlxalq məlumat bazalarından və informasiya-kommunikasiya texnologiyalarından istifadə etməklə müstəqil elmi-tədqiqat fəaliyyətini həyata keçirmək.

Fəlsəfə doktoru imtahanında doktorant aşağıda sadalanan bilik, bacarıq və vərdişlərini nümayiş etdirməlidir:

biliklər:

- molekulyar biologiya elminin nəzəri əsasları, bu sahədə prinsipal elmi kəşflər;
- molekulyar biologiyanın həlli tapılmamış problemləri;
- molekulyar biologiyanın eksperimental tədqiqat üsulları;
- bioloji proseslərin molekulyar mexanizmləri;
- makromolekulların (zülallar və nuklein turşuları) quruluş xüsusiyyətləri;
- genlərin ekspressiyasının ümumi prinsipləri: transkripsiya, translyasiya və epigenetik tənzimləmə;
- replikasiya, rekombinasiya, mutageniz və reparasiya mexanizmləri;
- genomların quruluş xüsusiyyətləri və təkamülü;
- Omiks yanaşmalar, genom redaktə texnologiyaları;
- xromosomdan kənar replikonlar, transpozisiya edən elementlər və s.

bacarıqlar:

- canlı sistemin qanunauyğunluqlarını tədqiq edərkən molekulyar biologiya elminin nəzəri əsaslarını tətbiq etmək;
- molekulyar biologiyanın metodlarını və texnologiyalarını tətbiq etmək;
- tədqiqat və praktiki xarakterli məsələlərin həllinin alternativ variantlarını təhlil

- etmək və bu variantların reallaşdırılmasının potensial faydasını/zərərini qiymətləndirmək;
- tədqiqat və praktiki xarakterli məsələlərin həlli zamanı mövcud resurslar və məhdudiyətlər əsasında ayrı-ayrı əməliyyatlar şəklində yeni ideyalar irəli sürmək;
 - molekulyar biologiya elminin konseptual müddəalarını dərk etmək, mövcud problemləri aşkar etmək, onların həlli üsullarını təklif etmək, gözlənilən nəticələri qiymətləndirmək;
 - biologiya elminin öyrənilməsinə müasir metodoloji yanaşmaları tətbiq etmək, elminin problemləri barədə əsaslandırılmış şəxsi fikrini bildirmək;
 - tədqiqatların nəticələrini məntiqli şəkildə yazılı və şifahi formada tərtib etmək.

vərdişlər:

- tədqiqat və praktiki xarakterli məsələlərin həlli zamanı, o cümlədən fənlərarası sahələrdə yaranan metodoloji problemləri təhlil etmək;
- müasir elmi nailiyyətləri, o cümlədən fənlərarası sahələrdə tədqiqat və praktiki xarakterli məsələlərin həlli üzrə fəaliyyətin nəticələrini tənqidi mövqedən təhlil etmək və qiymətləndirmək;
- müstəqil nəzəri və empirik tədqiqat aparmaq qabiliyyəti;
- şifahi və yazılı nitqini məntiqi cəhətdən düzgün, əsaslandırılmış və aydın şəkildə qurmaq; fənlərarası qarşılıqlı təsiri həyata keçirmək, tədqiqat məsələlərinin həlli üçün perspektivli nəzəri-metodoloji və elmi-praktik yanaşmaları inkişaf etdirmək qabiliyyəti;
- tədqiqat işinin müxtəlif metodları tətbiq etmək qabiliyyəti.

III BÖLMƏ.

**“MOLEKULAR BİOLOGİYA” İXTİSASI ÜZRƏ FƏLSƏFƏ DOKTORU
İMTAHANI PROQRAMININ MƏZMUNU**

FƏSİL 1. Dezoksiribonuklein turşusu (DNT)

1.1. DNT-nin quruluşu

DNT molekullarının quruluş prinsipləri. İkiqat zəncirli və tək zəncirli DNT. DNT molekulunun alternativ formaları (A, B, C, Z və s.) və onların funksiyaları. DNT-nin bir formadan digər formaya keçidi. DNT-nin superspirallaşması. Qeyri Uotson-Krik cütləri, Huqstin cütlərin (*Hoogsteen base pair*) yaranması, üçqat və dördqat zəncirli DNT-lər.

1.2. Hüceyrə tsikli və replikasiya

DNT-nin replikasiyası – ümumi prinsiplər. Yarım-konservativ replikasiya prosesi. Replikasiya çəngəli. Xromosom daxili və xromosomdan kənar replikonlar. Eukariotlarda hüceyrə tsikli (mitoz və meyoz) və replikasiya. Eukariotlarda böyümə faktoru siqnalının ötürülməsi (transduksiyası) yolu. Hüceyrənin bölünməsi zamanı S fazasına keçid üçün “nəzarət-buraxılış məntəqəsi” və onun “gözetçiləri” *p53* və *Rb*. Bakteriya DNT-sinin replikasiyası və onun hüceyrə tsikli ilə əlaqəsi. Bakteriyaların bölünməsi zamanı bölünmə arakəsməsinin formalaşması və yerinin müəyyənlişməsində *FtsZ*, *min* və *noc/slm* genlərinin rolu. DNT-nin replikasiyasının inisiasiyası: replikasiya başlanğıcı (*origin*) və iki-istiqamətli replikasiya. Bakteriya genomu tək həlqəvi replikon kimi. Bakteriyalarda replikasiya başlanğıcının metilləşməsi inisiasiyayı tənzimləyir. İnisiasiya: *oriC* başlanğıc nöqtəsində replikasiya çəngəllərinin yaranması. Replikasiyanı vaxtından əvvəl başlayan inisiasiyasının əngəlləməyin çoxsaylı mexanizmləri. Arxeobakteriya xromosomlarında çoxsaylı replikonlar. Eukariot xromosomunda çoxsaylı replikonlar. Eukariotlarda re-replikasiyanın idarə olunması: “icazə verən amil” (*Licensing Factor*). DNT polimerazalar, onların quruluşu və müxtəlif nukleaza aktivlikləri, replikasiyanın dəqiqliyinə nəzarət funksiyası. DNT polimeraza holoenzimi və onun tərkib hissələri. Replikasiya maşınının digər tərkib hissələri: helikaza; tək zəncirle birləşən zülal (*single-strand binding protein*), “tutqac” (*clamp*) zülal, liqaza və b. Okazaki fraqmentləri. Gecikən və lider zəncirlərin sintezinin koordinasiyası. Replikasiyanın elonqasiya və terminasiya mərhələlərinin -tənzimlənməsi. Xətti DNT sonluqlarının replikasiyası problemi, telomerlər və telomeraza. Virus DNT-sinin sonluqlarında replikasiyanın inisiasiyasında terminal zülalların rolu. Diyirlənən həlqə

mexanizmi ilə multimer replikonların yaranması və faq genomlarının replikasiyası. F plazmidlərinin və tək-zəncirli DNT molekullarının konyuqasiya yolu ilə bakteriyalararası transferi. Plazmid uyğunsuzluğu. ColE1 uyuşma sistemlərinə tənzimləyici RNT-lər vasitəsi ilə nəzarət edilir. Mitoxondrilərdə replikasiya və seqreqasiya: replikasiya başlanğıcları və D ilgəkləri. Bakterial Ti-plazmidlər bitkilərdə tac fir xəstəliyinin törədicisi kimi. Xromosomların seqreqasiyası. Bitki və heyvanlarda xromosomların seqreqasiyasında pozulmalar səbəbi ilə yaranan anomaliyalar.

1.3. Mutasiyalar, onların təsnifatı və molekulyar mexanizmləri

Mutasiyalar və onların təsnifatı: nöqtəvi mutasiyalar, insersiya/delesiyalar (*indel*), inversiyalar, duplikasiyalar və translokasiyalar; tranzisiya və transversiyalar. Mutasiyaların “dönər” (*reversed*) və “dönməz” təsirləri. Neytral mutasiyalar. Mutasiyaların “qaynar nöqtələri” (*hotspots*) və onların yaranma səbəbləri. Transpozisiya elementləri: ümumi anlayışlar, təsnifat və genom/gen mutasiyalarında rolu. Bir genetik lokusun çoxsaylı allelləri. Bir lokusun birdən çox normal (“vəhşi tip”, *wild-type*) alleli ola bilərmi? Mutasiyaların təkamüldə rolu.

1.4. Rekombinasiya

DNT-nin rekombinasiyası: ümumi anlayışlar, prinsiplər. Homoloji və sayt-spesifik rekombinasiya. Somatik rekombinasiya və immun sistemində hipermutasiyalar. Rekombinasiya hadisələrində transpozisiya elementlərinin rolu. Gen konversiyası və allellərarası rekombinasiya. Rekombinasiya mexanizmləri: ümumi prinsiplər, rekombinasiyanın inisiyasında ikizəncirli kəsiklərin (qırılmaların) rolu. Bakteriyalarda rekombinasiyanı həyata keçirən zülallar.

1.5. Reparasiya

DNT molekulunun quruluş zədələnmələri. Reparasiya sistemləri. *E. coli* bakteriyasında və eukariotlarda “kəsib atmaq” (*eksizyon*) reparasiya sistemləri, yolları. Fotoreaktivasiya. Reparasiya və qlikozilazalar. Səhvə-meylli reparasiya və

trans-zədələnmə sintezi (*translesion synthesis, TLS*). Çütləşməmiş nukleotidlərin reparasiyası mexanizmi (*mismatch-repair*). Uyğun gəlməyən (səhv) nukleotid cütlərinin reparasiyasının istiqamətinə nəzarət. Rekombinasiya - replikasiya səhvlərinin düzəlişinin mühüm mexanizmi kimi. Eukariotlarda DNT-nin hər iki zəncirində qırılmaların rekombinasiya vasitəsi ilə reparasiyası (*recombination-repair*) mexanizmi. *Rec A* və SOS sistemləri. Transpozisiya, onun replikativ və qeyri-replikativ mexanizmləri.

FƏSİL 2. Ribonuklein turşusu (RNT)

2.1. RNT molekulları, təsnifatı və funksiyaları

Kodlaşdıran RNT-lər – məlumat RNT-ləri (mRNT). (Zülal) Kodlaşdırmayan RNT-lər və onların funksiyaları: ribosom RNT-ləri, transport RNT-ləri, kiçik nüvə RNT-ləri (*small nuclear RNAs, snRNA*), kiçik nüvəcik RNT-ləri (*small nucleolar RNAs, snoRNA*), mikro-RNT-lər, qısa kodlaşdırmayan tənzimləyici RNT-lər - Piwi zülalları ilə birləşən RNT-lər (*Piwi-interacting RNAs, piRNA*), endogen qısa interferensiya RNT-ləri (*endogenous short-interfering RNAs, siRNA*), mikro-RNT-lər (micro-RNAs, miRNA) və *ribo-çevirici* RNT-lər (*riboswitch RNAs*), uzun kodlaşdırmayan RNT-lər (long noncoding RNAs, lncRNA), katalitik RNT-lər (ribozimler), həlqəvi RNT-lər (*circular RNAs, circRNAs*), nmRNT (*transfer messenger, tmRNA*).

2.2. DNT əsasında RNT-nin sintezi – transkripsiya

Transkripsiyanın ümumi prinsipləri və mərhələləri. Bakteriya RNT polimerazası, quruluşu, holoenzim və onun tərkib hissələri. Müxtəlif σ (sigma) faktorları. Bakteriya RNT polimerazanın promotorları, holoenzimin promotorla qarşılıqlı əlaqəsində birləşmə-ayrılma tranzisiyaları. σ faktorları promotorla birbaşa birləşirmi? Transkripsiya olunan DNT-nin superspirallaşması və topologiya problemi. Topoizomerazalar. Eukariot RNT polimerazalarının təsnifatı və quruluşu: RNT polimeraza I, II, III, IV və V, onların promotorlarının ümumi təşkili.

2.3. RNT-nin prosessinqi

Eukariotlarda mRNT-nin prosessinqinin ümumi prinsipləri. Eukariotlarda mRNT-nin kanonik splaysinqi (*canonical splicing*) və geriye splaysinqi (*back-splicing*). Eukariotlarda mRNT-nin 5'-sonluğuna “papaq” (*cap*) tikilməsi. Splaysinq: ümumi prinsiplər. Splaysinq saytları: donor və akseptorlar. Splaysinq maşınının (splaysosom) tərkib hissələri (zülallar və kiçik nüvə RNT-ləri), onların funksiyaları, formalaşması və iş mexanizmləri. I qrup və II qrup intronlar. Alternativ splaysinq və onun eukariotlarda yayılma dərəcəsi. Trans-splaysinq. Avto-splaysinq. Splaysinq enhanserləri və saylensərləri. mRNT-nin poliadenilləşməsi: mahiyyəti, rolu, iştirakçı zülallar və kiçik nüvə RNT-ləri, mexanizmləri. mRNT-nin poliadenilləşməsi və transkripsiyanın terminasiyası arasında əlaqə varmı? RNT-nin redaktə olunması. RNT-nin prosessinqi hadisələrinin ardıcılığı. Məlumat ribonukleoproteinləri (mRNP). Prokariotlarda mRNT-lərin deqradasiyası. Eukariotlarda de-adenilləşmə və mRNT-lərin deqradasiyası. mRNT-lərin yarım-yaşama dövrünün tənzimlənməsi. Yeni sintez olunmuş RNT-lərdə səhvlərə nəzarət edən “nüvə müşahidə sistemi” (*Nuclear Surveillance System*). Eukariot mRNT-lərin hüceyrə daxilində lokalizasiya nahiyyələri.

FƏSİL 3. Zülallar

3.1. Zülalların quruluşu, funksiyaları və təsnifatı

Zülalların (polipeptidlərin) tərkibinə daxil olan amin turşuları və onların təsnifatı. Polipeptidlərin quruluşunun ümumi prinsipi – CORN qaydası. Polipeptidlərin ilkin (birinci), ikinci (tərtib) və üçüncü (tərtib) quruluşları. Zülalların dördüncü (tərtib) quruluşu. Zülalların təsnifatı: fibrilyar, qlobulyar və törəmə zülallar; açılıb-yığılan (*contractile, mobile*) zülallar, fermentlər, hormon zülalları, quruluş zülalları, ehtiyat zülalları və nəqliyyat zülalları; İmmunoqlobulinlər: quruluşu, növləri və funksiyaları.

3.2. Zülalların sintezi - translyasiya

Translyasiya prosesinin ümumi prinsipləri və mərhələləri: inisiyasiya, elonqasiya və terminasiya. Prokariotların 70S və eukariotların 80S ribosomları, onların rRNT və zülal tərkibi. nRNT molekulaları və translyasiya prosesində funksiyaları. Genetik kod və onun əsas (ümumi) xüsusiyyətləri. Genetik koddan kənar çıxımlar. Translyasiyanın dəqiqliyinə nəzarət mexanizmləri. Bakteriyalarda translyasiyanın inisiyasiyası: ribosomun 30S subvahidi və digər faktorlar, mRNT və rRNT arasında azot əsaslarının komplementar birləşməsi. Kodon və antikodonun bir-birini tanımasında “yellənmə” (*wobbling*) prinsipi. Aminoasil-nRNT-sintazalar və onların sinifləri. İlkin nRNT-lərdən yetkin nRNT-lərin yaranması. nRNT-nin ikinci və üçüncü quruluşu. nRNT-nin bəzi azotlu əsaslarının modifikasiyasının kodon-antikodon qarşılıqlı əlaqəsinə təsiri. Xüsusi inisiyasiya nRNT-si. Genetik koddan kənar çıxımlar. Eukariotlarda mRNT üzərində inisiyasiyanın mümkün start saytlarının skriningi. Translyasiyasının inisiyasiyasının alternativ mexanizmləri: mRNT-yə ribosomların “papaq”dan asılı (*CAP-dependent*) giriş saytları və “papaq”-dan asılı olmayan daxili giriş saytları (*Internal Ribosome Entry Site, IRES*). Həlqəvi RNT-lərin translyasiyası. İnisiyasiya faktorları. Translyasiya prosesinin elonqasiyası: ümumi gedişi, Tu elonqasiya faktoru, peptidil-transferaza fermenti. Translyasiya prosesinin mümkün səhvlərinin yoxlanılması (*proofreading*). Terminator kodonlar üçün supressor nRNT-lər. Normal (*wild type*) nRNT-lər və supressor nRNT-lər arasında rəqabət ola bilərmi? Translyasiyanın dəqiqliyində ribosomların rolu. Translyasiya zamanı mRNT-nin oxunma çərçivəsində “sürüşmə” (*frameshifting*). Bəzi zülalların müxtəlif polipeptidlərin trans-splaysinqi hesabına formalaşması. Posttranslyasion prosessinq. Sintez olunmuş polipeptidlərin endoplazmatik şəbəkədən Holci kompleksinə translokasiyası. Zülalların folding və refolding prosesləri. Molekulyar şaperonlar. Peptidlərin təyinat yerlərinə daşınması, tranzit peptidlər, siqnal tanınma hissəcikləri (*SRP, signal recognition particle*). Zülalların deqradasiyası. Prionlar. Avtofagiya, proteosom və ekzosom anlayışları.

FƏSİL 4. Genlər və xromosomlar

4.1. Genlər və onların quruluşu

Gen haqqında təsəvvürlərin inkişaf tarixi. Müasir anlamda gen nədir? Genlər zülal (polipeptid) və RNT molekullarının kodlaşdırır. Bir gen – bir ferment. Bir gen – bir polipeptid. Bir gen – bir neçə polipeptid. Bir neçə gen – bir polipeptid. Kəsilməz və kəsilməz (*interrupted*) quruluşlu genlər. Alternativ ekzonlar və intronlar: eyni bir genin hansısa ekzonu intron və/ya hansısa intronu ekzon kimi istifadə oluna bilər. “Bir ekzon – bir zülal domeni” prinsip həmişə doğrudurmu? Genin “ekzon-intron” quruluşunun funksional və təkamül əhəmiyyəti. Eukariot və prokariot genlərinin quruluşunda və təşkilində ümumi və fərqli cəhətlər.

4.2. Xromosomlar və xromatin. Kariotip

Xromosomlar və onların ümumi quruluşu: sentromerlər və telomerlər, histon və qeyri-histon zülalları, skelet (*scaffold*) və nukleosomlar. Transkripsiya zamanı nukleosomların yerini dəyişməsi və yenidən yığılması (*re-assembly*). Eukariot xromosomlarının kompaktlaşma səviyyələri. Xromatin və onun tərkib hissələri. Euxromatin və heteroxromatin. Lampa fırçasına (*lampbrush*) bənzər xromosomlar. Politen xromosomlar. Kariotip: ümumi anlayışlar. İnsanın kariotipi. Bakteriya və virusların genetik materialının təşkilinin səciyyəvi xüsusiyyətləri.

FƏSİL 5. Genlərin ekspressiyasının tənzimlənməsi

5.1. Genlərin ekspressiyasının ümumi prinsipləri

Genlərin ekspressiyası dedikdə nə başa düşülür? Genlərin ekspressiyasının mərhələləri: transkripsiya, mRNT-nin prosessinqi (zülal genləri üçün), kodlaşdırmayan RNT-nin “yetməsi” (yetkin forma alması), RNT-nin eksportu, translyasiya, posttranslyasion prosessinq, polipeptidlərin yığılması (*fold*ing), zülalların translokasiyası, zülalların daşınması. İkinci genetik kod, yaxud histon kodu. Genlərin susdurulması. Polipeptidlərin deqradasiyası.

5.2. Transkripsiyanın tənzimlənmə mexanizmləri

Genomda klaster şəklində təşkil olunmuş genlərin birgə transkripsiyası - operon mexanizmi. Operonların əsas tərkib hissələri (elementləri). *lac* operonu - neqativ induksiya olunan genlər qrupu. *lac* repressoru və ona nəzarət. *trp* operonu. *trp* operonunun atenuasiya mexanizmi. Plastidlərdə və mitoxondrilərdə operonlar. Nüvə genomunda operonlar. Genomun müxtəlif nahiyyələrində yerləşən genlərin birgə transkripsiyası – sinekspressiya (*synexpression*). Transkripsiyanın inisiyasyonu, elonqasiyası və terminasiyası – ümumi prinsiplər. Abortiv inisiyasyon. Genlər necə işə salınır və susdurulur? Aktivatorlar və repressorlar, enhancerlər, saylenslər və insulyatorlar (*insulators*), onların təsir mexanizmləri. Eukariotlarda transkripsiyanın tənzimlənməsində genlərin xromosomlarla bağlı yerinin rolu (*gene positioning effect*) və xromosomların topoloji əlaqəli domenləri (*topologically associated domains, TADs*). Transkripsiya faktorları (TF) və onların DNT ilə birləşmə saytları (TFBS); TFBS-lərin təsir istiqaməti: 1-istiqamətli və/ya 2-istiqamətli TFBS-lər. Enhancer RNT-lər. Nukleosomların dinamik təşkili - xromatinin yenidən yığılması (*remodelling*) və transkripsiyanın tənzimlənməsi. Histonların asetilləşməsi, metilləşməsi və fosforlaşması yolu ilə transkripsiyanın tənzimlənməsi. Maya göbələyinin *GAL* genləri: aktivasiya və repressiya modeli. RNT polimeraza II promotorlarında transkripsiyanın start saytlarının (TSS) seçim mexanizmləri. Bir genin alternativ TSS-ləri və poliadenilləşmə saytları. Bir-istiqamətli (*uni-directional*) və iki-istiqamətli (*bi-directional*) promotorlar, əks (*anti-sense*) promotorlar. Sintez transkripsiyası ilə induksiya olunan ximer RNT və zülallar. Prokariot və eukariotlarda transkripsiyanın terminasiyasının tənzimlənməsi. *Rho* faktor. Transkripsiya zamanı fasilələr. “Həbs edilmiş” transkripsiya kompleksləri. Antiterminasiya faktorları.

5.3. Epigenetik tənzimlənmə

Ümumi anlayışlar. Epigenetik tənzimlənmədə heteroxromatinin rolu. Polikomb (*Polycomb*) və Tritoraks (*Trithorax*) zülal qrupları: bir-birinin əksinə yönəlmiş repressor və aktivatorlar. X xromosomunda baş verən qlobal dəyişikliklər və epigenetik tənzimlənmə. *CpG* adaları (*CpG islands*) və transkripsiyanın

tənzimlənməsi. Kondensinlər və xromosomların kondensasiyası. İmprinting: mahiyyəti və mexanizmləri. Epigenetik effektlər irsən verilirmi? Epigenetik xəstəliklər.

FƏSİL 6. Genomlar, oxunması və annotasiyası

6.1. Bütöv genomların oxunması və annotasiyası

Genotip, genom və fenotip. Genom erası: virus, bakteriya, bitki (nüvə, plastid və mitoxondri) və heyvan (nüvə və mitoxondri) genomlarının oxunması və ilkin annotasiyası. Müxtəlif genomların ölçüləri və gen sayı, genlərin ölçülərinin dəyişmə həddləri üzrə mövcud biliklər. Eukariot genomlarının təşkili: kodlaşdıran və kodlaşdırmayan hissələr, onların rolu. Təkrarlanan DNT ardıcılıqları və onların təsnifatı: insersiya ardıcılıqları, transpozozonlar və retropozonlar, onların ümumi və fərqli cəhətləri. *SINE* (*Short Interspersed Element*) və *LINE* (*Long Interspersed Element*) dispers təkrarlanan DNT ardıcılıqları. İnsanda *Alu* DNT ardıcılıqları. Mikrosatellit və minisatellit DNT ardıcılıqları. Təkrarlanan DNT ardıcılıqlarının genomda nisbi payı, paylanma spektri və mümkün rolu. Krik və Orgelin “xudpəsənd DNT” (*selfish DNA*) fərziyyəsi. Genomların təkamülü: C-kəmiyyəti paradoksu (C-value enigma) və N-kəmiyyəti düyünü; mitoxondri və xloroplastların endosimbioz yolu ilə təkamülü nəzəriyyəsi; qeyri-bərabər krossinqover, duplikasiya, transpozisiya və divergensiya nəticəsində genomda yenidənqurmalar və gen klasterlərinin yaranması. Bir hüceyrədə bir neçə genomun birgə mövcudluğunun funksional və təkamül özəllikləri. Retroviruslar: ümumi təsnifatı, gen tərkibi və hüceyrə genomuna inteqrasiya mexanizmi.

6.2. İnsan genomu

İnsan genomunun oxunması və annotasiyasının mərhələləri. İnsan genomunun tərkib hissələri: genlər və psevdogenlər, kodlaşdırmayan DNT ardıcılıqları, təkrarlar. *ENCODE* (*The Encyclopedia of DNA Elements*) layihəsi, onun mərhələləri və əsas nəticələri. İnsan genomunun transkripsiya statusu. Xərçəng genomu atlası (*The*

Cancer Genome Atlas). Onkogenlər.

FƏSİL 7. Viruslar

7.1. DNT və RNT genomlu viruslar

DNT və RNT genomlu virusların təbiəti. Virusların əmələ gəlməsi haqqında hipotezlər. Virusların kimyəvi tərkibi. Virusların təsnifatı. Bitki və heyvan virusları, viroidlər. Bakteriya virusları (faqlar). Viruslarda dəyişkənlik və mutasiya. Koronaviruslar.

7.2. Virusların həyat tsikli və reproduksiyası

Virusların çoxalması. Virusların sahib orqanizimdə daşınma yolları, daşınmada iştirak edən zülallar. Faqların həyat dövrü: litik və lizogen mərhələləri, onların arasında balansın tənzimlənməsi. T4, T7 və Lyambda faqlarının həyat dövrü. Viruslar arasında qarşılıqlı genetik əlaqələr. Virusların patogenlik mexanizmləri.

FƏSİL 8. Molekulyar biologiyada istifadə olunan metodlar, yanaşmalar və resurslar

Nukleazalar. Klonlaşdırma. Klonlaşdırma vektorları müxtəlif məqsədlər üçün ixtisaslaşdırılmış ola bilər. Nuklein turşularının ayrılması üsulları. Nuklein turşularının nukleotid ardıcılığının müəyyənləşdirilməsi (*sequencing*), yeni nəsil sekvensləmə (*next-generation sequencing (NGS)*). PZR (PCR) və Real-Time PZR. Blotinq (*blotting*) üsulları. DNT mikroçipləri (*microarrays*). Xromatin immun-çökdürülməsi (*Chromatin immunoprecipitation, ChIP immunoprecipitation*). Genomun redaktəsi texnologiyaları: CRISPR-Cas. Restriksiya fraqmentlərinin uzunluğunun polimorfizmi (*Restriction Fragment Length Polymorphism, RFLP*) və tək nukleotid polimorfizmi (*Single Nucleotide Polymorphism, SNP*) analizləri. Genom miqyaslı assosiasiyaların tədqiqi (*genome-wide association studies, GWAS*). Genlərin nokaut edilməsi. Transgen orqanizmlərin yaradılması üsulları. Mass

spektrometriya (*mass spectrometry, MS*); Namizəd gen yanaşması (*candidate gene approach*); Bioinformatika: təyinatı və üsulları. *NCBI WEB* resursları (*GenBank, RefSeq, OMIM, PubMed*), Ensembl, *KEGG, PDB (Protein Data Bank), UniProt, GeneCards (The Human Gene Database)* WEB-resursları. İntegrativ biologiya. “Omiks” elmləri - genomiks, proteomiks, transkriptomiks, metagenomiks, epigenomiks, metabolomiks, farmakogenomiks, toksikogenomiks və s.).

IV BÖLMƏ. TƏDRİS-METODİK VƏ İNFORMASIYA TƏMİNATI

ƏDƏBİYYAT

1. Molecular Cell Biology. Harvey Lodish, Arnold Berk, Chris A. Kaiser, Monty Krieger, 2021, ISBN-13: 978-1319208523, ISBN-10: 1319208525.
2. Biology Made Easy: An Illustrated Study Guide for Students to Easily Learn Cellular & Molecular Biology. 2021, NurseEdu.com – NEDU LLC, pp.325.
3. Cell and Molecular Biology, and Genetics: An Integrated Textbook. Gromley Z., Gromley A. Biochemistry, 1st Edition. Thieme: 2021, 502 p.
4. Features, Evaluation, and Treatment of Coronavirus (COVID-19). Cascella M., Rajnik M., Aleem A., Dulebohn S.C., Di Napoli R. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 (online book, last updated July 30, 2021).
5. Molecular & Cell Biology For Dummies, 2nd Edition 2nd Edition by Rene Fester Kratz. 2020, ISBN-13: 978-1119620402, ISBN-10: 1119620406
6. The Human Genome Project changed everythingş Giibs R.A. *Nat. Rev. Genet.* 21, p. 575–576 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41576-020-0275-3>
7. CRISPR-Cas9 in agriculture: Approaches, applications, future perspectives, and associated challenges. Prabin A. & Mousami P. (2020). *Malaysian Journal of Halal Research.* 3. 10.2478/mjhr-2020-0002
8. Integrated Molecular Evolution. Rogers S.O. 2nd ed. CRC Press, 2019, 594 p.
9. Medical Genetics and Genomics. Szalai E. (2019) Budapest, Semmelweis University, 325 p.

10. **Molecular and Cellular Biology of Viruses.** Lostroh P. 1st Edition. Garland Science: 2019, 523 p.
11. **Molecular Biology: Concepts and Applications.** Pierre E. Callisto Reference: 2018, 254 p.
12. **Fundamental of Genomics.** Kennedy V. Larsen and Keller Education: 2018, 237 p.
13. **Molecular Biology: Concepts for Inquiry.** Jennifer Hackett, Julia Masters, Kindle Edition, 2018, pp.393
14. **Lewins Genes.** 12 th edition. Jocelyn E. Krebs, Elliott S. Goldstein, Stephen T. Kilpatrick, Jones & Bartlett Learning, 2017
15. **Mechanisms of Gene Regulation.** Carlberg, Carsten, Molnar, Ferdinand (4 sections and 13 chapters), 2016, pp. 211
16. **Circular RNA expression: its potential regulation and function.** Salzman, J. Trends in genetics, 2016, 32(5), 309-316.
17. **Epigenetic Gene Expression and Regulation.** Suming Huang Michael Litt C. Ann Blakey, 2015, pp 482.
18. **Bioinformatics and functional genomics.** Pevsner J. 3rd ed. Wiley-Blackwell: 2015, 1160 p.
19. **The Book of genes & genomes.** Willard H., Haga S. New York: Springer Verlag, 2015, 400 p.
20. **Molecular Biology of the Cell.** 6th edition, Bruce Alberts, Alexander Johnson, Julian Lewis, David Morgan, Martin Raff, Keith Roberts, Peter Walter, Garland Science, 2014, pp. 1464
21. **Molecular Biology of the Cell: The Problems Book,** 6th edition. John Wilson, Tim Hunt. Garland Science, 2014, pp.984
22. **Epigenomics: From chromatin biology to therapeutics.** GeneExpression Systems Appasani K. et al. Inc.: Cambridge University Press, 2014, 574 p.
23. **Concepts of genetics.** Klug W.S., Cumming M.R., Spencer C.A., Palladino M.A. 11th Ed. San Francisco: Pearson Education, 2014, 896 p.

24. Proteomics: targeted technology, innovations and applications. Fuentes M., LaBaer J. Caister Academic Press: 2014, 186 p.+illustr.
25. Mutations. Smith R. Scholastic Press: 2014, 352 p.
26. DNA Damage, DNA Repair, and Cancer. INTECH: New Research Directions in DNA Repair. Bernstein C., Prasad A.R., Nfonam V., Bernstein H., 2013, 55 p.
27. Developmental Biology. Gilbert F.S. 10th ed. Sinauer Associates, Inc. 2013, 750 p.
28. Evolution by gene duplication. Ohno S. Springer Science & Business Media, 2013, 160 p.
29. Molecular Biology of the Gene. Watson J.D. et al. 7th ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2013, 912 p.
30. Human chromosome variation: heteromorphism and polymorphism. Herman E.W., Vijay S.T. 1st ed., 2nd printing. Springer: 2011, 215 p.
31. Cell and Molecular Biology: Concepts and Experiments. 6th edition, Gerald Karp, John Willey & Sons Inc., 2010.
32. Biochemistry & Molecular Biology of Plants. Bob B. Buchanan, W. Gruissem, Russell L. Jones, American Society of Plant Physiologists, Rockville, Maryland, 2009.
33. Molecular Biology of the Gene. 6th edition, J. Watson, Baker, Bell, Gann, Levine, Losick, 2008.
34. Genomes. Brown T.A. 3rd ed. 14th Chapter: Mutations, Repair and Recombinations. Garland Science: 2006, 713 p.
35. DNA Repair and Mutagenesis. Friedberg E.C., Walker G.C., Siede W. et al. 2nd ed. ASM Press, 2005, 1118 p.
36. Молекулярная биология, А.С.Кони́чев, Г.А.Севастьянова. 4-е издание. М.: Издательский центр «Академия», 2012, 400 с.
37. Геномика с молекулярными основами. Попов В.В. М.: Либроком, 2012, 304 с.
38. Экология. Повреждение и репарация ДНК. Спивак И.М. Учебное пособие. СПб: Политехнический Университет, 2006 (переизд. 2012), 220 с.

39. Геномы. Т. А. Браун Москва, Ижевск, 2011.
40. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка. А.С. Спирин. Москва, Издательский центр «Академия», 2011.
41. Современная геномика и протеомика. Сорокина И.А., Вечканов Е.М. Учебное пособие. Ростов на Дону, 2010, 60 с.
42. Хроматин: упакованный геном. С.В.Разин, А.А. Быстрицкий, Москва: «Бином. Лаборатория знаний», 2009.
43. Генетическая инженерия человека: вызовы, проблемы, риски. Е.Н. Гнатик. Москва: Книжный дом «Либроком», 2009.
44. Геном человека: Энциклопедия, написанная четырьмя буквами. Тарантул В.З. ЛитРес: 2009, 510 с., 47 иллюстр.
45. Геном человека. Э.Мак Конки, Москва: Техносфера, 2008.
46. Молекулярная биология. Учебное пособие для студентов медицинских вузов. Н.Н. Мушкамбаров, С.Л. Кузнецов. Москва: ООО «Медицинское информационное агентство», 2007.
47. Молекулярная биология клетки: руководство для врачей. Дж. М.Фаллер, Д. Шилдс, Москва: «Бином. Лаборатория знаний», 2006.
48. Общая и молекулярная генетика. Жимулев И.Р. Учебное пособие. Новосибирск: Сибирское Университетское издательство, 2005, 480 с.
49. Молекулярная биология: молекулярные механизмы хранения, воспроизведения и реализации генетической информации. Бокуть С.Б., Герасимович Н.В., Милютин А.А. Учебное пособие. Минск: Вышэйшая школа, 2005, 473 с.
50. Гены и геномы. Сингер М., Берг П. Пер с англ. В 2-х томах. М.: Мир, т. 1, 1998, 373 с.; т. 2, 391 с.
51. Гены. Льюин. Мир. 1987.
52. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
53. <https://www.omim.org/>
54. <https://www.genome.jp/kegg/>
55. <https://www.genome.gov/10000464/online-genetics-education-resources/>

V BÖLMƏ. QIYMƏTLƏNDİRMƏ MEYARLARI

Metodik göstərişlər

Doktorantların 24 – “Biologiya” hazırlıq istiqaməti, 2415.01 “Molekulyar Biologiya” ixtisas fənni üzrə ali ixtisaslı kadrların hazırlanması üçün fəlsəfə doktoru imtahanı proqramı üzrə attestasiyası şifahi/yazılı imtahan şəklində aparılır. Doktorantın fəlsəfə doktoru imtahanına hazırlığı “Molekulyar Biologiya” moduluna aid fənlər üzrə mühazirələr, seminarlar və praktiki laboratoriya məşğələləri dövründə, həmçinin auditoriyadankənar saatlarda müstəqil iş çərçivəsində həyata keçirilir.

Qiymətləndirmə meyarları. İmtahan zamanı doktorant proqrama daxil edilmiş suallara ətraflı cavab verməlidir. İmtahan komissiya əlavə suallar da verə bilər. Cavab zamanı doktorant sadalanan bilik, bacarıq və vərdişlərini nümayiş etdirməlidir:

- molekulyar biologiyanın sahələrinə və eksperimental tədqiqatların üsullarına aid biliklər; molekulyar biologiyaya aid tədqiqatların metodoloji xarakteristikaları; biologiya elminin nəzəri əsasları, tədqiqat məsələlərinin qoyuluşu üsulları və təkmilləşmə qanunauyğunluqları;

- molekulyar bioloji tədqiqatların yeni forma, metod və texnologiyalarının tətbiqi; molekulyar mexanizmlərin tədqiqatı zamanı biologiya elminin nəzəri əsaslarından istifadə edilməsi üzrə bacarıq və vərdişlər; əldə olunan nəticələrin göstəricilərinin statistik işlənilməsi və nəticələrin elmi əsaslandırılması kimi analitik fəaliyyəti həyata keçirmək, bioloji proseslərin və təbii hadisələrin öyrənilməsinə müasir metodoloji yanaşmaları anlamağı və tətbiq etməyi, biologiya elminin problemlərinə dair əsaslandırılmış şəxsi fikrini ifadə etməyi bacarmaq, elmi-tədqiqatlara aid mövcud məlumatların toplanmasını, icmallaşdırılması və analizini və təsnifatını həyata keçirə bilmək;

- baxılan sahədə yaranmış mövcud elmi-metodoloji yanaşmaları təhlil etmək, bioloji tədqiqatların metodologiyasının bu və ya digər məsələləri barədə şəxsi nöqtəyi-nəzərini ifadə etmək və əsaslandırmaq qabiliyyəti;

Cavabın tamlığı təhsilin planlaşdırılan nəticələrinin qiymətləndirilməsi göstəricilərinə əsasən təyin edilir.

Elmi ixtisas üzrə fəlsəfə doktoru imtahanını qəbul edən imtahan komissiyasının üzvləri (qapalı iclasda açıq səsvermə yolu ilə) **aşağıdakı meyarları rəhbər tutaraq** imtahan verən şəxsin hər bir suala cavabını 0-10 arası balla qiymətləndirirlər. İddiaçı sualı cavablandıra bilmədikdə 0 balla və ya düzgün cavablandırmadıqda 1-2 balla, qismən cavablandırdıqda 3-4 balla, qənaətbəxş 5-6 balla, yaxşı cavablandırdıqda 7-8 balla və tam, dolğun cavablandırdıqda 9-10 balla qiymətləndirilir. İmtahan komissiyasının hər bir üzvü iddiaçının hər bir sual üzrə cavabını ayrılıqda qiymətləndirir.

Ballar	Qiymətləndirmənin meyarları
1	2
“əla” (45-50 bal)	Doktorant molekulyar biologiyanın anlayışlar aparatını və nəzəri əsaslarını dərindən mənimsədiyini nümayiş etdirərək sualın məzmununu tam açıqlayır. Doktorant elmi ixtisas üzrə yerli və xarici doktrinalar, molekulyar biologiya elminin tarixi, aktual nəzəri problemləri, biologiya üzrə ixtisasın müvafiq nomenklaturunun şifrinə daxil olan yanaşı elmi fənlər üzrə əsas elmi məktəblər və elmi əsərlər haqqında dərin biliklərə malik olduğunu, həmçinin dissertasiyanın mövzusuna və ona yaxın mövzulara aid ədəbiyyatla hərtərəfli tanış olduğunu göstərir. Doktorant ixtisasın konseptual problemləri üzrə müxtəlif doktrinal xarakterli mövqeləri qiymətləndirməyi, həmçinin fənlərarası xarakterli mübahisəli problemlər haqqında öz fikirlərini əsaslandırmağı bacarır. Doktorant nəzəriyyəni, təcrübi metodları, texnologiyaları və elmin hazırkı inkişaf istiqamətlərini tənqidi mövqedən qiymətləndirə bilir.
“yaxşı” (35-44 bal)	Doktorant molekulyar biologiyanın zəruri anlayışlar aparatını və nəzəri əsaslarını mənimsədiyini nümayiş etdirərək sualın məzmununu açıqlayır. Doktorant elmi ixtisas üzrə yerli və xarici doktrinalar, molekulyar biologiya elminin tarixi, aktual nəzəri problemləri, biologiya üzrə ixtisasın müvafiq nomenklaturunun şifrinə daxil olan yanaşı elmi fənlər üzrə əsas elmi məktəblər və elmi əsərlər haqqında ümumi biliklərə malik olduğunu, həmçinin dissertasiyanın mövzusuna və ona yaxın mövzulara aid ədəbiyyatla kifayət qədər tanış olduğunu göstərir. Doktorant ixtisasın konseptual problemləri üzrə müxtəlif doktrinal xarakterli mövqeləri qiymətləndirməyi, həmçinin fənlərarası xarakterli mübahisəli problemlər haqqında öz fikirlərini əsaslandırmağı bacarır. Doktorant nəzəriyyəni, təcrübi metodları, texnologiyaları və elmin hazırkı inkişaf istiqamətlərini qiymətləndirə bilir.
“kafi”	Doktorant molekulyar biologiyanın zəruri anlayışlar aparatını və

(25-34 bal)	nəzəri əsaslarını qismən mənimsədiyini nümayiş etdirərək sualın məzmununu əsasən açıqlayır. Doktorant elmi ixtisas üzrə yerli və xarici doktrinalar, molekulyar biologiya elminin tarixi, aktual nəzəri problemləri, biologiya üzrə ixtisasın müvafiq nomenklaturunun şifrinə daxil olan yanaşı elmi fənlər üzrə ayrı-ayrı elmi məktəblər və elmi əsərlər haqqında ümumi biliklərə malik olduğunu, həmçinin dissertasiyanın mövzusunə və ona yaxın mövzulara aid ədəbiyyatla yarımçıq tanış olduğunu göstərir. Doktorant ixtisasın konseptual problemləri üzrə müxtəlif doktrinal xarakterli mövqeləri lazımınca qiymətləndirməyi, həmçinin fənlərarası xarakterli mübahisəli problemlər haqqında öz fikirlərini əsaslandırmağı bacarmır. Doktorant nəzəriyyəni, əldə olunan eksperimental nəticələri və onların etibarlılığını qiymətləndirməkdə çətinlik çəkir.
“qeyri-kafi” (0-24 bal)	Doktorantsualın məzmununu kifayət qədər açıqlamır və anlayışlar aparatını mənimsədiyini nümayiş etdirə bilmir. Doktorant elmi ixtisas üzrə yerli və xarici doktrinalar, molekulyar biologiya elminin tarixi, aktual nəzəri problemlər, biologiya üzrə ixtisasın müvafiq nomenklaturunun şifrinə daxil olan yanaşı (qohum) elmi fənlər üzrə ayrı-ayrı elmi məktəblər və elmi əsərlər haqqında minimum biliklərə malik olduğunu, həmçinin dissertasiyanın mövzusunə və ona yaxın mövzulara aid ədəbiyyatla minimum tanış olduğunu göstərir. Doktorant ixtisasın konseptual problemləri üzrə müxtəlif doktrinal mövqeləri qiymətləndirməyi, həmçinin fənlərarası xarakterli mübahisəli problemlər haqqında öz fikirlərini əsaslandırmağı bacarmır. Doktorant nəzəriyyəni, təcrübi metodları, texnologiyaları və elmin hazırkı inkişaf istiqamətlərini qiymətləndirə bilmir.

VI BÖLMƏ.

FƏLSƏFƏ DOKTORU İMTAHANINA HAZIRLAŞMAQ ÜÇÜN NÜMUNƏVİ SUALLARIN SİYAHISI

1. Nuklein tursuları, onların quruluşu və komponentlərinin konformasiyaları.
2. Nuklein turşularının genetik rolunun sübutu və Uotson-Krik tərəfindən DNT-nin ikiqat spiral modelini qurmağa kömək edən elmi kəşflərin xronologiyası.
3. DNT-nin quruluşunun Uotson-Krik modeli.
4. Nuklein turşularında heterotsiklik əsaslar arasında qarşılıqlı əlaqə formaları. DNT-nin alternativ quruluş modelləri.
5. DNT molekulunun A, C, D və Z formaları, onların bəzi fiziki-kimyəvi parametrlərinin müqayisəsi və bir formadan digərinə keçid şəraiti.
6. DNT-nin denaturasiyası və renaturasiyası, molekulyar hibridləşmə metodu.

7. DNT-nin superspirallaşması, topoizomerazalar.
8. DNT-RNT hibridləri. DNT və RNT molekulunun A formasının bəzi fiziki-kimyəvi parametrləri. DNT ormlarının bioloji funksiyaları.
9. RNT molekulunun növləri. Kodlaşdırmayan RNT-lər.
10. RNT-nin interfenesiyası.
11. Zülalların quruluş səviyyələri. Şaperonlar, proteosomlar.
12. Zülalların α -spiral və β -büküklü quruluşu.
13. Zülalların yüksək təşkil olunmuş ikinci quruluşu.
14. Zülalların quruluşunda domen və subdomen anlayışları.
15. Zülalların funksiyaları. Prion zülallar.
16. Genetik kod və onun xüsusiyyətləri.
17. Genetik kodun örtülməzliyi və kənar açılma.
18. Genetik kodun universallığı və kvaziuniversallığı. Wobble (yellənmə, titrəmə) hipotezi, onun mahiyyəti və əhəmiyyəti.
19. DNT-nin replikasiyası və onun əsas tipləri.
20. Replikasiyanın polukonservativ xarakterini sübut edən Mezelson-Stal təcrübələri.
21. Replikasiya zamanı lider və gecikən zəncir anlayışları. Matrisa, praymer və praymasoma.
22. DNT-polimeraza I fermenti və onun əsas funksiyaları.
23. DNT-polimeraza II və DNT-polimeraza III fermentləri, onun əsas funksiyaları.
24. DNT-helikaza fermenti və onun replikasiya prosesində rolu. DNT-praymaza və RNT-polimeraza fermentlərinin uyğun və fərqli cəhətləri.
25. Replikasiyanın inisiyasiya kompleksinin yaranması.
26. Replikasiyanın Diyirlənən həlqə və D –ilgəyi mexanizmləri.
27. DNT-nin replikasiyasının topoloji problemləri. Topoizomerazalar və SSB zülalları. DNT-liqaza fermenti və onun fəaliyyət mexanizmi.
28. *E. Coli* DNT-sinin replikasiyasının müasir sxemi.
29. Eukariotların DNT- polimeraza fermentləri və onların funksiyaları. Eukariot DNT-sinin replikasiyasının fərqli xüsusiyyətləri.

30. Telomer təkrarlar, telomeraza fermenti və telomerlərin əhəmiyyəti. Eukariotlarda xromosom DNT-si sonluqlarının replikasiyası.
31. DNT molekulunun zədələnmələrinin formaları və onların birbaşa reparasiya mexanizmləri.
32. Prokariotlarda və eukariotlarda cütləşmiş əsasların ekzision reparasiya mexanizmi.
33. Modifikasiya olunmuş əsasların ekzision reparasiyası.
34. Replikasiyadan sonrakı reparasiya və yaxud rekombinasion reparasiya.
35. Mismatch reparasiya.
36. «SOS» reparasiya və yaxud induksion reparasiya.
37. Transkripsiya. Operon haqqında anlayış.
38. «Molekulyar biologiyanın mərkəzi ehkamu» postulatı.
39. RNT-nin redaktə olunması.
40. Bakteriyaların RNT-polimeraza fermenti, subvahid tərkibi və promotorun quruluş xüsusiyyətləri.
41. Prokariot və eukariot orqanizmlərdə transkripsiyanın inisiyasiya və elonqasiya mərhələləri. İnisiyasiya və elonqasiya faktorları.
42. Transkripsiyanın terminasiyası. ρ - asılı və ρ -asılı olmayan terminatorlar. Attenyuasiya.
43. Prokariotlarda transkripsiyanın tənzimlənməsi: Jakob Mononun neqativ və pozitiv induksiya sxemləri.
44. Prokariotlarda transkripsiyanın tənzimlənməsi: neqativ və pozitiv repressiya sxemləri.
45. Eukariotların RNT-polimeraza fermentləri və promotorun quruluş xüsusiyyətləri. Enhanserlər, saylenserlər və insulyatorlar.
46. Eukariotlarda transkripsiyanın fərqli xüsusiyyətləri.
47. Epigenetik tənzimlənmə mexanizmləri.
48. Eukariotlarda mRNT-nin 5'-sonluğunun prosessinqi: papağın tikilməsi.
49. Eukariotlarda mRNT-nin 3'-sonluğunun prosessinqi: poliadenilləşmə.

50. Splaysinq: alternativ, trans və avtosplaysinq, kiçik nüvə RNT-nin splaysinqdə rolu.
51. I qrup intronların avtosplaysinqi: trans-esterifikasiya.
52. Avtosplaysinq edən intronlar və maturaza fermentləri.
53. I qrup intronların ikinci quruluşu. Ribozimlər, onların katalitik aktivlikləri.
54. Ribosomun katalitik mərkəzləri və onların funksiyaları.
55. Zülalların biosintezinin inisiyasiya, elonqasiya və terminasiya mərhələləri və faktorları.
56. Zülalların post-translasyon modifikasiyası.
57. Prokariot və eukariot genomlarının təşkilinin ümumi və fərqli cəhətləri. Genomun quruluşu: onun ölçüsü; eukariot genomunun «artıqlığı» - *C-value* fenomeni.
58. Genomun unikal və orta tezlikli ardıcılıqları. Interspersiyalar və onların tipləri.
59. Satellit DNT-lərin xromosom boyunca paylanma spektri: euxromatin və heteroxromatin.
60. Genetik xəritələşdirmədə minisatellitlərdən istifadə olunması.
61. Kəsilən quruluşlu genlərin tərkib hissələri: ekzonlar və intronlar. Ekzonların və intronların fərqli nukleotid tərkibi.
62. Genlərin ölçülərinin geniş diapozonda dəyişməsi, onun əsas səbəbləri (intronların ölçüsü və sayı).
63. DNT ardıcılıqlarının birdən çox polipeptid kodlaşdırması. “Bir ekzon – bir domen” prinsipi.
64. Y xromosomunda yalnız kişi cinsi üçün səciyyəvi olan genlər.
65. Qeyri-bərabər krossinqover nəticəsində gen klasterlərinin yeni qruplaşmalarının yaranması.
66. Kəsilən quruluşlu genlər necə təkamül etmişlər?
67. Gen duplikasiyaları və genomun təkamülü. Qlobin genləri klasterlərinin duplikasiya və divergensiya yolu ilə yaranması.
68. Pseudogenlər - genlərin funksional olmayan nüsxələri.

69. Genom duplikasiyalarının bitkilərin və onurğalılarda inkişafında rolu.
70. Genomların təkamülündə mobil genetik elementlərin rolu.
71. Xromatin, ümumi tərkibi. Heteroxromatin və euxromatin anlayışları.
72. Xromatinin zülal komponentləri: histon və qeyri-histon zülallar və onların funksiyaları.
73. Genlərin ekspressiyasının tənzimlənməsində xromosomun kompaktlaşma səviyyələri.
74. Lampa fırçasına (lampbrush) bənzər xromosomlar. Politen xromosomlar və genlərin ekspressiyası.
75. Virus və bakteriya genomları.
76. Gen konversiyası və allellərarası rekombinasiya.
77. Rekombinasiya mexanizmləri: ümumi prinsiplər. Rekombinasiyanın inisiasiyasında ikizəncirli kəsiklərin (qırılmaların) rolu.
78. Nüvədən kənar genomlar: Xloroplast genomu. Mitoxondri genomu.
79. Orqanella genomlarının ümumi quruluşu, zülal və RNT kodlaşdırma potensialı.
80. Mitoxondri və xloroplastların endosimbioz yolu ilə təkamülü nəzəriyyəsi.
81. Mutasiyalar və onların təsnifatı: nöqtəvi mutasiyalar, insersiya/delesiya (*indel*), inversiyalar, duplikasiyalar və translokasiyalar; tranzisiya və transversiya.
82. Mutasiyaların “dönər” (*reversed*) və “dönməz” təsirləri. Mutasiyaların “qaynar nöqtələri” (*hotspots*) və onların yaranma səbəbləri.
83. Genetik kod tripletidir. Hər bir zülal kodlaşdıran ardıcılıq 3 mümkün oxunma çərçivəsinə malikdir.
84. Faqların həyat dövrü: litik və lizogen mərhələləri, onların arasında balansın tənzimlənməsi.
85. Epigenetik tənzimlənmə mexanizmləri.
86. Nuklein turşuların ayrılması üsulları.
87. Nuklein turşuların nukleotid ardıcılığının müəyyənləşdirilməsi (*sequencing*), yeni nəsil sekvensləmə (*next-generation sequencing (NGS)*).

- 88.PZR (PCR) və Real-Time PZR.
- 89.Blotinq (*blotting*) üsulları.
- 90.DNT mikro-çipləri (*microarrays*).
- 91.Xromatin immun-çökdürülməsi (*immunoprecipitation*).
- 92.Genom-redaktə texnologiyaları: CRISPR-Cas.
- 93.Bütöv genom üzrə assosiasiyaların axtarışı (*genome-wide association studies, GWAS*)
- 94.Genlərin nokaut edilməsi, transgenlər.
- 95.NCBI WEB resursları (*GenBank, RefSeq, OMIM, PubMed*), KEGG WEB-resursları.
- 96.Problemin həllinə sistemli yanaşma. “Omiks” yanaşmalar (Genomiks, Proteomiks, Transkriptomiks, Epigenomiks, Metabolomiks, Farmakogenomiks, Toksikogenomiks və s.).
- 97.Klonlaşdırma. Klonlaşdırma vektorları
- 98.Bioinformatika: predmeti, istiqamətləri.
- 99.Restriksiya Fraqmentlərinin Uzunluğunun Polimorfizmi (RFUP; *Restriction Fragment Length Polymorphism, RFLP*)
100. Tək Nukleotid Polimorfizminin (TNP; *Single Nucleotide Polymorphism, SNP*) genetik xəritələşdirmədə istifadəsi.