

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«ҒЫЛЫМ ЖАҢЕ БІЛІМ - 2025»
XIX Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XX Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«ҒЫЛЫМ ЖАҢЕ БІЛІМ - 2025»**

**PROCEEDINGS
of the XX International Scientific Conference
for students and young scholars
«ҒЫЛЫМ ЖАҢЕ БІЛІМ - 2025»**

**2025
Астана**

УДК 001(06)
ББК 72я631
F96

**«GYLYM JÁNE BILIM – 2025» студенттер мен жас ғалымдардың
XX Халықаралық ғылыми конференциясы = XX Международная
научная конференция студентов и молодых ученых «GYLYM JÁNE
BILIM – 2025» = The XX International Scientific Conference for
students and young scholars «GYLYM JÁNE BILIM – 2025». – Астана:
– 3813 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

ISBN 978-601-08-5373-7

**Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас
ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті
мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.**

**The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young
researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities. В сборник
вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по
актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.**

УДК 001(06)
ББК 72я431
F96

ISBN 978-601-08-5373-7

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2025

322.	Рамазанова Ж, Нұрлан А, Жайсанбаева А. «Бұлтты технологияларды пайдалану кезіндегі тәуекелдер мен қауіпсіздік шараларын зерттеу»	1430
323.	Сахатбекқызы Т., Бахтиярқызы Т.А. «IoT құрылғыларының желідегі қауіпсіздігін қалай қамтамасыз етуге болады: стратегиялар және packet tracer көмегімен модельдеу»	1434
324.	Серғазы М. «Повышение производительности разработчиков с помощью интегрированных искусственных интеллектов и соображения кибербезопасности»	1440
325.	Султанов А.М. «Стеганография в кибербезопасности казахстана»	1443
326.	Танатаров Е., Іргебай С., Султанов А. «WI-FI желісінде шақырылмаған қонақтарды автоматты түрде анықтау жүйесі»	1447
327.	Таубай М.Е. Раматуллаев Ә.А. «Фишинг: желідегі beef әдісі арқылы алдау және одан сақтану»	1452

СЕКЦИЯ 3 ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

		ПОДСЕКЦИЯ 3.1 АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ БИОЛОГИИ	
328.	Акимкара А.Б.	Гербарийдің ботаникалық зерттеулерде қолданылуы және гербарий қорындағы кеппе шөптің қалыптасу ерекшеліктері	1457
329.	Ақылбек А.	Астана қаласындағы ботаникалық бағының ландшафттағы <i>geranium sanguineum</i> биологиялық ерекшеліктеріне сипаттама беру	1459
330.	Әділхан Ж.	Мобильді байланыс пен қолданбалардың адамның мінез-құлқына әсерін анықтау	1463
331.	Базарбаева Қ.	Жасөспірімдерде девиантты мінез-құлықтың даму қаупі	1467
332.	Байдосова А.Б.	Методика использования игровых технологий на уроках биологии	1471
333.	Байдосова А.Б.	Актуальные проблемы современной биологии с использованием игровых технологий в образовании	1474
334.	Ғазизова Ә.	Сәулеленген егеуқұйрықтардың бүйректеріндегі морфофункционалдық өзгерістерді салыстырмалы бағалау	1477
335.	Еркін З.Б.	Биология сабақтарында оқушылардың сыни ойлау қабілетін жетілдіруде блум таксономиясын пайдалану	1482
336.	Жанабергенова	Кенеттен жүрек өлімі: генетикалық аспектілері	1486

	А.Ә.	және алдын алу шаралары	
337.	Жанакулова Н.А.	Өсімдіктердің әртүрлі орта жағдайларына байланысты экологиялық топтарға бөлінуі	1491
338.	Жумагалиева Н.Б.	Ақмола облысы көлдері балықтарының салыстырмалы морфологиялық талдауы	1494
339.	Жұмахан Г.Ж.	Егеуқұйрықтардағы радиацияға жауап ретінде митохондриялық ақуыздардың өзгеруін зерттеу	1497
340.	Ибрагимова М.А.	Mir-29a-3p в качестве перспективного неинвазивного биомаркера радиационного поражения	1501
341.	Калапбергенова Д.Б.	Биология студенттеріне жоғарғы математиканы оқытудың ерекшеліктері	1506
342.	Калиева А.Б.	Жатақханада тұратын бірінші курс студенттерінің психикалық денсаулығын зерттеу	1509
343.	Куанышев С.Н.	Солтүстік қазақстан облысыны (Уәлиханов ауданы) өсімдік жамылғысының ерекшеліктері	1513
344.	Кутинбаева С.Б.	Орта мектеп оқушыларының биология сабақтарында инновациялық технологияларды пайдаланудың ерекшеліктерін зерттеу	1516
345.	Кушурова А.А.	Сравнение психофизиологических особенностей развития учащихся частной и общеобразовательной школы	1520
346.	Қанибайқызы Е.	Агробион препаратының жаздық бидай өсімдігінің өсуі мен дамуына әсері	1524
347.	Қойлыбай А.С.	Ақмола облысындағы далалық сәлбенді (<i>salvia stepposa</i>) мәдениеттендіру жағдайында өсіп - даму ерекшеліктерін зерттеу	1527
348.	Минуар С.М.	Жамбыл облысы перспективті құрамында эфир майы бар дәрілік өсімдіктер <i>tanacetum vulgare</i> және <i>achilleamille folium</i> дамуының биологиялық ерекшеліктері	1530
349.	Молдабаева Т.Е.	Vinom school мектептерінің биология сабақтарында upgrade технологияларын пайдалану тиімділігін зерттеу	1533
350.	Мұратқызы С.	Жамбыл облысының ландшафтарындағы қалампырлар (<i>caryophylloideae juss</i>) тұқымдасының өсуіне диатомиттің әсерін зерттеу	1537
351.	Мырзагелді Е.Қ.	Мектеп оқушыларының морфологиялық және психофизиологиялық ерекшеліктеріне білім беру мамандығының әсері	1540
352.	Назым Ә.Ж.	Актуальные проблемы лабораторных и практических работ по биологии в школах республики казахстан	1543
353.	Ниетуллаева А.А.	Биология сабақтарында STEM технологиясын қолданудың маңызы	1546
354.	Сальменова А.А.	Қоршаған ортаға бейімделуіне байланысты <i>fragaria vesca</i> l. анатомиялық ерекшеліктері	1551
355.	Сейпулла А.С.	Современные подходы к стимулированию хондрогенеза	1556
356.	Соломко Л.Р.	Митохондриальная дисфункция как молекулярная основа клеточного старения	1560

357.	Стамқұлова Б.А.	Көкшетау қаласы урбанофлорасының таксономиялық анализі	1565
358.	Султан А.А.	Әртүрлі спорт түрлерімен айналысатын студенттердің физикалық даму көрсеткіштерін зерттеу	1569
359.	Товкумова А.С.	Бронх демікпесі және созылмалы обструктивті өкпе ауруы айқас синдромы кезіндегі иммуноглобулин е деңгейін зерттеу	1573
360.	Тоқтасын Н.М.	Биология сабағында танымдық қызығушылықты белсендірудің жолы ретінде виртуалды зертханаларды пайдаланудың тиімділігі	1577
361.	Хажайхан А.	Экологиялық және климаттық факторлар контекстінде ақмола облысы фитомасса қорлары мен өнімділігінің өзгеруі	1581
362.	Хусаинов А.Т., Адырбек Ә.С., Дурмекбаева Ш.Н.	Гуминдік препараттардың жаздық бидай тұқымдарындағы физиологиялық-биохимиялық процестерге және морфологиялық өзгерістерге әсері	1584
363.	Nursagat A.	Cognitive and physiological foundations of visual perception: the role of infographics in education	1587
364.		ПОДСЕКЦИЯ 3.2 СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ БИОТЕХНОЛОГИИ И БИОМЕДИЦИНЫ	
365.	Арғынғазина А. Б., Картаева А. Б.	Балықтарды өсіру кезіндегі судың физика-химиялық құрамын салыстырмалы талдау	1592
366.	Бекболат Б., Самат А. Т., Слепкова Н. Н., Курманбаева А. Б.	Аудандастырылған арпа сорттарына сипаттама	1595
367.	Берікова М.С., Тулегенова Ж.А.	Алма ағашының цитоспороз ауруын анықтау	1598
368.	Билялов Ә. Р.	Особенности подготовки различных органов <i>Clarias gariepinus</i> для оценки содержания МО-ферментов	1601
369.	Дробова В. А.	Сравнительный анализ использования пероксида кальция и дубильной кислоты для улучшения выхода выклева жаброного рачка <i>Artemia parthenogenetica</i>	1604
370.	Ергазы Б.	Антагонистическая активность штаммов <i>Bifidobacterium bifidum</i> , выделенных из фекалий семидневного младенца, в отношении <i>Staphylococcus aureus</i>	1608
371.	Ерлан Қ.Е., Таукел Ж.К.	Балықтардың әртүрлі қоректендіру жағдайларындағы өсу параметрлерін бақылау	1611
372.	Жұмабек А.Б., Базарбаева К. Ж., Акбасова А. Ж.	Отандық бидайдың өсуіне салицил қышқылы мен топырақтағы молибденнің әсерін зерттеу	1615
373.	Камали А. С.	Жарма негізіндегі таңғы құрғақ асты өндіру	1619

		технологиясында қолдануға арналған пробиотикалық қасиетке ие микроағзаларды зерттеу	
374.	Қамиден А.А., Молдабай М.Ж.	Изучение состава активного ила в биологической очистке сточных вод	1622
375.	Калиева А. Б.	Солодка как источник фармакологически активных соединений: традиционные и биотехнологические подходы	1625
376.	Құдайбергенова Н.Қ.	Физиологические функции кремния в диатомите и особенности его взаимодействия вместе с кормами рыб	1628
377.	Машан З., Жарылқап А.	Құлаққаптың адам денсаулығына әсері	1630
378.	Маликова А. Ж., Бейсенбаев Р. А.	Изучение влияния гипоксических условий воды на содержание МО-ферментов в различных органах рыб	1634
379.	Мұрат Қ.С.	Тилапияны тиімді азықтандыру стратегиясының негізі	1637
380.	Нургазиева Ж.Н., Тулегенова Ж.А.	Пробиотикалық микроорганизмдер көмегімен ешкі сүті мен сиыр сүтінің комбинациясынан био-йогурт жасау және оның тағамдық құндылығын анықтау	1640
381.	Нұрбекова А.А, Қалауиева Н.Қ.	Роль хелатных комплексов микроэлементов в составе диатомита в повышении питательной ценности мяса рыб	1645
382.	Сағидолдина Н. К., Базарбаева Қ. Ж., Акбасова А. Ж.	Гидропоникалық жағдайда бидай мен арпаның өсуіне ауыр металдардың әсерін зерттеу	1648
383.	Сағидолда Н. Е.	Балық шаруашылығы өнімдерінің сапасына қоректендіру ерекшеліктерінің әсері	1652
384.	Сағынбаева Д. А.	Современные вызовы и перспективы биотехнологии и биомедицины: от генного редактирования до персонализированной медицины	1655
385.	Тәжібай Д. Б., Талгатбекова Д. С.	Балықтарды әртүрлі жағдайларда өсіру кезіндегі азотты қосылыстардың құрамын салыстырмалы талдау	1657
386.	Уалихан А. С., Тулегенова Ж.А.	Әр түрлі сүттерден зең саңырауқұлағы көмегімен ірімшік технологиясын жасау және салыстырмалы зерттеу	1662
387.	Узбеков А.Б., Масалимов Ж. К.	Связь между антиоксидантной активностью и пигментным составом микрорезелени бобовых культур, выращенных гидропонным способом.	1667
388.	Alpamys A., Aldibay S.	Genetically engineered modified microorganisms in the food industry	1670
389.	Dairov A.K.	Efficacy of preconditioned human umbilical cord blood mesenchymal stem cells in a mouse model of psoriasis	1674
390.	Meshtayev D.T.	Variant calling of <i>M. tuberculosis</i> samples	1679

391.		ПОДСЕКЦИЯ 3.3 АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	
392.	Анатолий Р.Қ.	Жайық өзені жайылмасындағы <i>Populus l.</i> туысына биоморфологиялық талдау және сыртқы әсер етуші факторлар	1683
393.	Ашиков М.М.	Анализ пространственного распределения гидрохимических классов качества поверхностных вод в Казахстане с 2019 по 2023 год	1686
394.	Ашиков М.М.	Расчет индекса загрязнения р. Сырдария на территории республики Казахстан с 2019 по 2023 год	1689
395.	Байдаулетов Д.С.	Оптимизация и моделирование выбора деревьев для высадки в северных регионах республики Казахстан с целью достижения углеродной нейтральности	1692
396.	Беляева Д.А.	Возможности применения в бальнеологических целях сточных вод доменного цеха	1695
397.	Болат А.Б.	Каркаралы ұлттық табиғи паркіндегі беталыс көлінің су құстарының алуан түрлілігі	1698
398.	Елепберген М.Е.	Влияние энергоэффективности зданий на рост плесени и микроклимат помещений	1703
399.	Жалгасбаев К.Ж.	Өнеркәсіптік суларды тазарту жолдары	1708
400.	Жиналинова А.С.	Современные подходы к изучению, классификации и применению сапропеля: обзор отечественных и зарубежных исследований	1710
401.	Жұмабекова М.М.	Астана қаласында қатты тұрмыстық қалдықтардың жинақталуы және оны залалсыздандырудың барысы	1713
402.	Калиев Н.С.	Определение ПДВ газов для снижения воздействия на окружающую среду на примере ТОО ГРЭС "Kazakhmys energy"	1718
403.	Марчук Е.В.	Сравнительный анализ накопления тяжелых металлов в различных почвенных горизонтах агроэкосистем с. Егиндыколь, Акмолинской области	1721
404.	Нургожина А.Е.	Сценарная оценка потенциала сокращения выбросов парниковых газов в регионах Казахстана	1724
405.	Пак А.Е.	Сравнительный анализ методов экологического обучения учащихся младших классов	1729
406.	Пак А.Е., Калиева Г.Т.	Фиторемедиация как способ очистки почвы в районах теплоэлектростанций: сравнительный анализ растений-гипераккумуляторов	1734
407.	Хабдразаков А.К., Ислямов Э.Н.	Влияние Tiktok-видео на экологическое обучение: перспективы микрообучения	1739
408.	Daribayev A.Zh.	Melafen: innovative plant growth regulator	1744
409.	Ibrayeva A.	Phytoremediators as a basis for the production of fuel	1746

		pellets: ecological and technological aspects	
410.	Mirzabekova M.Zh.	Bioecological features of representatives of the nightshade family (<i>Solanaceae</i> Juss.)	1749
411.	Yelesizova A.B.	Issues of ecological stability of natural pastures	1753
412.		ПОДСЕКЦИЯ 3.4 АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ О ЗЕМЛЕ	
413.	Абдрашова Т. А.	Астана агломерациясының жасыл белдеуін зерттеудің теориялық негіздемесі	1756
414.	Адирбай С., Аябекова М.	Маңғыстау облысы геожүйелерінің құрылымдық ерекшеліктері	1759
415.	Алдашова А. Ж.	Шідерті өзен алабы геожүйесінің құрылымдық ерекшеліктері	1763
416.	Аманжолова А. Б.	Солтүстік Қазақстан облысының тамақ өнеркәсібінің даму жағдайы	1767
417.	Ахметбекова Г. С.	Теоретические основы районирования территорий туристических зон	1772
418.	Аябекова М., Адирбай С.	Қызылорда қаласындағы атмосфералық ауасының ластануы	1779
419.	Әмірханова Ж. А.	Арал ауданының әлеуметтік-экономикалық даму перспективаларын бағалау	1783
420.	Болатбекқызы Ж.	Абай облысының қазіргі заманғы демографиялық мәселелері	1788
421.	Дабылбаева А.	2018-2024 жылдар аралығындағы Ақтөбе қаласының жерді пайдалану өзгерістерінің динамикасы	1792
422.	Даметова Г. Н.	Терісаққан өзені алабындағы NDVI негізінде С-факторды анықтау	1798
423.	Дастанбекова Ж. Р.	Талдықорған қаласының қазіргі экономикалық-географиялық әлеуеті	1803
424.	Елшатқызы Н.	Табиғатты қорғау әрекеттерін реттеу үшін қашықтықтан зондтауды қолданудың артықшылықтары	1808
425.	Ералы А. А.	Шығыс Қазақстан облысының ауылшаруашылық алқаптарын ГАЗ технологиясы арқылы анықтау	1813
426.	Есмуханова М. Т.	Оценка антропогенной нагрузки на геосистемы Карагандинской области	1816
427.	Кудайбергенова А. Р.	Геоэкологическая оценка деградации почв и агроландшафтов Северо-Казахстанской области: диагностика, мониторинг и пути устойчивого восстановления	1819
428.	Қуаныш А. Р.	Ақтөбе облысының табиғи-ресурстық әлеуетін бағалау	1824
429.	Қуанышбек А., Мукатов Д.	Қазақстанның бірыңғай уақыт белдеуіне ауысуы. Әлеуметтік, экономикалық және медициналық аспектілер	1828
430.	Құттымұратова А. Қ.	RUSLE теңдеуі негізінде Аса өзені алабында С факторын анықтау	1832
431.	Матаева А. Т.	Жамбыл облысының ерекше қорғалатын аумақтарындағы экологиялық туризм	1836

432.	Мокиенко А. В.	Исследование особенности синантропной флоры районов города Астаны	1840
433.	Муратова А. Б.	Қаратал өзені алабы геожүйесінің құрылымдық ерекшеліктері	1844
434.	Мустозяпова Н. И.	Влияние разработки Экибастузского угольного бассейна на ландшафт и экологическое состояние региона	1848
435.	Мухамеджанов М. Е.	Қостанай қаласының ландшафттарына су тасқының әсері	1856
436.	Мұрат А. М.	SAVI индексі негізінде Зеренді ауданының өсімдік жамылғысын зерттеу	1863
437.	Мұратбек А. Е.	Алматы қаласының қызмет көрсету саласының географиясы	1869
438.	Омаров М. К.	Павлодар облысының аумағында өрттердің таралу ерекшеліктері	1874
439.	Орынбасар Р. А.	Жамбыл облысы халқының қазіргі жағдайдағы көші-қон үдерістері	1877
440.	Оспан Н. М.	Солтүстік Қазақстандағы орман алқаптарының табиғи таралуы және олардың қазіргі кездегі жағдайы	1881
441.	Рахманова А. Ә.	Қазіргі кезеңде Ақтөбе облысының кешенді демографиялық типологиясы	1885
442.	Сағынғали С. А.	Алматы облысындағы өнеркәсіптің басымдылық салаларының қазіргі жағдайы мен болашағы	1890
443.	Саметханова А. Т.	Шығыс Қазақстан облысы көлдер геожүйесінің құрылымдық ерекшеліктері	1895
444.	Сәулет Е.	Шығыс Қазақстан облысы геожүйелеріне антропогендік жүктемені бағалау	1899
445.	Темірханова Н. Ә.	Денсаулық сақтауға бағытталған урбозкожүйелік қызметтердің әлемдік тәжірибелерінің географиялық ерекшеліктері	1904
446.	Токбаева А. Е.	Қазақстанның дала зонасының ерекше қорғалатын табиғи аумақтарының биоәртүрлілігін кеңістік талдау.	1909
447.	Төлегенова Т. Қ.	Ойыл өзені алабы геожүйесінің физикалық-географиялық ерекшеліктері	1914
448.	Төлеуова Р. Қ.	Маңғыстау мен Үстірттің киелі үңгір атауларын зерттеу және қалпына келтірудің географиялық мәселелері	1918
449.	Тілеухан Д. Ғ.	Дала экожүйелеріндегі биоалуантүрлілікті мониторингілеуде жасанды интеллектті қолдану: орнықты даму перспективалары	1923
450.	Тілеухан Д. Ғ.	Жасанды интеллектті қолдану арқылы Қазақстандағы шөлейттену процесін бақылау	1929
451.	Ұзақбаев Б. А.	Қызылорда облысы өнеркәсіптік кешенінің даму географиясы	1936
452.	Черепанова Ю. В.	Региональные исследования накопления углерода в лесных экосистемах на примере Алтайского края	1939
453.	Shukirkhan A., Orynassarova G.	Research of geoecosystems of the geomorphological structure of the Chingirlau district of the West Kazakhstan region	1943

454.		ПОДСЕКЦИЯ 3.5 МЕТОДЫ И МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ГЕОГРАФИИ	
455.	Азимбай Н.С.	Мектеп географиясын оқытуда геоақпараттық технологияларды қолдану арқылы зерттеушілік құзіреттілікті қалыптастыру	1949
456.	Айтқұл А. Ж.	Мектеп географиясын оқытуға арналған гаж бағдарламалары: салыстырмалы талдау және мүмкіндіктері	1952
457.	Баймухамедова А.Ж.	10 сынып география пәні бойынша «Астана қаласының экологиялық мәселелері» атты факультативтік курс бағдарламасының маңыздылығы	1957
458.	Балпекова Д.А.	География пәні бойынша факультативтік курстардың маңыздылығы	1961
459.	Беспалинов Н.М.	SMART-технологияларын 10-11 сыныптарда географияны оқытуда кіріктіру	1966
460.	Бигалим С.	География сабақтарында белсенді оқыту әдістерін қолдану арқылы оқушылардың құзыреттілік қабілеттерін арттыру	1971
461.	Джумабаева С.Е.	Заманауи картографиялық әдістер	1975
462.	Жамбул Г.Б.	Использование ролевых игр на уроках географии	1979
463.	Жумабаев Д.С.	География сабағында экологиялық тәрбие беру әдістемесі	1983
464.	Карпета В.Г., Маклюк Р.Р., Молдыбаев С.З., Уразбаева Р.С.	Реализация школьного проекта «Изучаем географию Казахстана».	1986
465.	Қасым Е.Ж.	Мектеп оқушыларының табиғат қорғау құзыреттілігін қалыптастыру жолдары	1990
466.	Құнаш А.А.	Мектеп географиясында оқушылардың мәдени-географиялық құзыреттілігін қалыптастырудың теориялық-әдіснамалық негіздері	1994
467.	Мененбай А.Н.	«Қазақстан географиясы сабақтарында білім алушыларға экологиялық білім берудің теориялық негіздері»	1999
468.	Набидоллаева А.А.	География сабақтарында оқушылардың оқу-танымдық белсенділігін арттыру формалары мен технологиялары	2003
469.	Накыпова Ә.Қ.	География пәні сабақтарында оқушылардың шығармашылық қабілетін дамыту	2008
470.	Сәндібай Н.А.	Изучение геополитических проблем центральной азии в школьной географии	2011
471.	Солтанғазина А.С.	География сабақтарында экологиялық білім қалыптастырудың маңыздылығы	2015
472.	Таған Ә.С.	Түркістан облысының ауыл шаруашылығы географиясы» атты факультативтік курс бағдарламасының маңыздылығы	2022
473.	Тілеужан Б.Н.	Географияны оқытуда заманауи сандық әдістер мен интерактивті технологияларды қолдану	2026

474.	Ширенова Ж.С.	Өлкетану қағидаты негізінде 7 сынып географиясын оқытуға қатысты тәжірибелік-эксперименттік жұмыстың нәтижесі	2031
475.		ПОДСЕКЦИЯ 3.6 АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ГИДРОЛОГИИ	
476.	Айтенова Ә.Н.	Водный кризис в засушливых регионах Казахстана: последствия и пути решения	2036
477.	Алдинов Р.Б.	Наводнения в Казахстане: причины, последствия и методы борьбы	2040
478.	Габдулла Н.М.	Arcgis бағдарламасында гидрографиялық желіні құру әдістері	2043
479.	Дәулеткелді А.С.	Дефицит пресной воды в казахстане	2048
480.	Дүйсен А.Е.	Подземные воды и их распределение по регионам Казахстана	2051
481.	Жаманқұл А.М.	Новые экологические конструкции гидротехнических сооружений	2053
482.	Құрманғалиева А.Қ.	Каспий теңізінің солтүстік-шығыс бөлігіндегі желкөтерме және желшегерме құбылыстарын модельдеу	2057
483.	Кулатаева К.Д.	Оценка влияния антропогенных факторов на озеро Балкаш	2060
484.	Ноғайбек А.	Қазақстандағы су тасқыны мен су тасуын болжау жүйелеріндегі гаж технологиялары	2065
485.	Өтегенұлы А.	Физико-химическое исследование процессов солеобразования воды озера балкаш и влияние на него реки иле	2070
486.	Рымбаева Р.Б.	Современное экологическое состояние озера Балкаш	2075
487.	Ташева Е.А.	Применение нейросетевой модели lstm для прогнозирования стока реки Сырдарья в южных регионах Казахстана	2079
488.	Таурбаева Н.К.	Моделирование изменений стока реки Ертис в условиях маловодных лет	2081
489.	Тлеуғабыл Ж.А.	Применение искусственного интеллекта в прогнозировании паводков	2087
490.	Толыбаева Д.Б.	Моделирование речного стока с использованием модели hbv: прогнозирование и валидация	2089
491.	Торбаева А.У.	«Иртыш – трансграничная водная артерия: вызовы, перспективы и управление ресурсами»	2092
492.	Baizhigit T.Y.	Mapping Tien Shan Glaciers and Their Impact on the Ile River	2095
493.	Otegenuly A.	River basin mapping methods and identification of river basin sections in the arc gis programme	2099
494.	Satbekova A.B.	The use of gis technologies for flood risk analysis and modeling in Kazakhstan	2105
495.	Satbekova A.B.	Hydrological analysis and water balance of the Kalzhyr river basin	2108
496.	Tolybayeva D.B.	Modeling of river flow formation processes	2111

497.	Тоханбайева С.Т.	Microplastic – a macroproblem of the world ocean	2113
498.		ПОДСЕКЦИЯ 3.7 АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИЧЕСКОЙ НАУКИ	
499.	Адылканова А.А.	Мұнай-су жүйесін бөлуге арналған PMS-BC-қапталған меламинады спонж негізіндегі сорбент	2117
500.	Айтбайұлы Н.	Химия сабақтарында кәсіби бағдарлауды қалыптастыру	2119
501.	Асан Н.Ә.	STEM – білім беру аясында ұлттық педагогика элементтерін қолдану	2123
502.	Әзілхан Т.Ә.	Заманауи мектепте химияны оқытудың экологиялық аспектілері	2128
503.	Бахытжанова Ж.Б.	Жұқа пленкалы литий-ионды аккумуляторларға арналған SnO ₂ анодты материалды синтездеу және электрохимиялық қасиеттерін зерттеу	2131
504.	Бекмаханова А.С.	LATP қатты электролитін синтездеу және электрохимиялық қасиеттерін зерттеу	2135
505.	Биктасова А.С.	Минералды сорбенттердегі диспрозий иондарының адсорбциялық процестерін зерттеудегі кинетикалық модельдерді талдау	2140
506.	Болатбек М.	Биологиялық ыдырайтын полимерлердің синтезі мен экологиялық және өнеркәсіптік маңыздылығы	2143
507.	Бөкенова А.Б.	Мыс қорытпалы катализаторымен антрахинонды гидрлеу процесін зерттеу	2149
508.	Ғұбайдолла З.Қ.	Химия сабағында оқушылардың белсенділігін арттырудағы модульдік оқытудың рөлі	2154
509.	Еримбет Б.Д.	Химияны оқытудағы инновациялық әдістердің білім алушылардың оқу жетістіктеріне ықпалы	2157
510.	Жетенова М.С., Дәуметова С.Т.	Биоорганоминеральные пестициды: разработка и исследование их свойств	2161
511.	Жұмағұл А.А.	Куркуминнің флуоресценттік қасиеттері: еріткіштің спектрлік сипаттамаларға әсері	2164
512.	Кароматов С.А., Ганиев Б.Ш.	Потенциальная биологическая активность оснований Шиффа, основанных на бензалацетоне и бензалацетофеноне	2169
513.	Қалау А.Қ.	Химия сабағында білім алушылардың функционалдық сауаттылығын дамытудағы контекстік тапсырмалардың рөлі	2171
514.	Қожамұратова Ұ.М.	Өңдеу нәтижесінде алынған көміртекті адсорбенттердің физико-химиялық негіздерін зерттеу	2176
515.	Қойшыбайқызы Т.	ZnO@PC және Cu/ZnO@PC композициялық трек мембраналарын норфлоксацинді жою үшін синтездеу	2179
516.	Молдалиева А.	Квантово-химическое исследование производных бензимидазола	2183
517.	Муканов М.К.	Определение массовой доли подвижных соединений фосфора в почве по методу Мачигина с использованием автоматического анализатора сегментированного потока SKALAR SAN++	2186

518.	Мұрат М.Ж.	Координациялық қосылыстар химиясы бойынша зертханалық курсты әдістемелік қамтамасыз етудегі онлайн материалдардың рөлі	2188
519.	Нұралина А.Ж.	Химия сабағында білім алушылардың функционалдық сауаттылығын қалыптастыру	2192
520.	Пармантай Қ.Е.	Химияны оқу барысында оқушылардың өзіндік іс-әрекетін олардың интеллектуалдық дамуының құралы ретінде ұйымдастыру	2197
521.	Пердеханова А.А.	Дәрілік өсімдіктерді зерттеу барысында студенттердің зерттеушілік құзыреттілігін қалыптастыру	2202
522.	Сарсенғалиева А. Н.	Актуальные проблемы в химическом образовании для инженерных специальностей и предлагаемые решения	2206
523.	Серікбай А.М.	Мектеп оқушыларының химияға қызығушылығын қалыптастырудың тиімді жолдары	2209
524.	Сыздық А.Ф.	Полимерлер мен ауыр мұнай қалдықтарын қолданып, битумның қасиеттерін жақсарту	2213
525.	Ташманова Ж.А.	Химияны оқытуда STEM технологиясын пайдалану	2217
526.	Тобжанова А.Р.	Мыс(II) галогенидтері – ацетамид – қышқыл жүйесі негізінде координациялық қосылыстар: синтездеу және физика-химиялық қасиеттерін зерттеу	2222
527.	Тұрсынәлі Қ.	Қазіргі мектепте «Жаңа заттар мен материалдарды өндіру» элективті курсын оқыту: тәжірибе және нәтижелер	2227
528.	Хамит А.Ж.	PASS ONLINE пайдалана отырып N-бензоилпиперидин туындыларының биологиялық белсенділігін болжау	2232
529.	Шаихова Ж.Е., Калимолдина Л.М.	Целлюлозалық сорбенттер арқылы шарап материалдарын сорбциялық тазартуды зерттеу	2237
530.	Шатлыкова А.Т.	WOLFRAM ALPHA жасанды интеллект құралын химияны оқыту процесінде қолдану мүмкіндіктері	2241
531.	Adil K.Y.	Using the getcourse online platform for the unified national test in chemistry	2245
532.	Bazhikova Z.	Research of biologically active compounds from plants of the genus ACHILLEA L.	2249

СЕКЦИЯ 4.

МАТЕМАТИКА, МЕХАНИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

ПОДСЕКЦИЯ 4.1 МАТЕМАТИКА

8. Duan M, Wang Q, Liu Y, Xie J. The role of TGF-beta2 in cartilage development and diseases. *Bone Joint Res.* 2021; 10(8): 474-487. 10.1302/2046-3758.108.BJR-2021-0086
 9. Beenken A, Mohammadi M. The FGF family: biology, pathophysiology and therapy. *Nat Rev Drug Discov.* 2009; 8(3): 235-253. 10.1038/nrd2792
 10. Boeuf S., Richter W. Chondrogenesis of Mesenchymal Stem Cells: Role of Tissue Source and Inducing Factors. *Stem Cell Res. Ther.* 2010;1:31. doi: 10.1186/scrt31.
 11. Futrega K., Robey P.G., Klein T.J., Crawford R.W., Doran M.R. A Single Day of TGF-β1 Exposure Activates Chondrogenic and Hypertrophic Differentiation Pathways in Bone Marrow-Derived Stromal Cells. *Commun. Biol.* 2021;4:29. doi: 10.1038/s42003-020-01520-0.
 12. Dy P., Wang W., Bhattaram P., Wang Q., Wang L., Ballock R.T., Lefebvre V. Sox9 Directs Hypertrophic Maturation and Blocks Osteoblast Differentiation of Growth Plate Chondrocytes. *Dev. Cell.* 2012;22:597–609. doi: 10.1016/j.devcel.2011.12.024.
 13. Wu S., Morrison A., Sun H., De Luca F. Nuclear Factor-κB (NF-κB) p65 Interacts with Stat5b in Growth Plate Chondrocytes and Mediates the Effects of Growth Hormone on Chondrogenesis and on the Expression of Insulin-like Growth Factor-1 and Bone Morphogenetic Protein-2. *J. Biol. Chem.* 2011;286:24726–24734. doi: 10.1074/jbc.M110.175364.
 14. Yi S.W., Kim H.J., Oh H.J., Shin H., Lee J.S., Park J.S., Park K.-H. Gene Expression Profiling of Chondrogenic Differentiation by Dexamethasone-Conjugated Polyethyleneimine with SOX Trio Genes in Stem Cells. *Stem Cell Res. Ther.* 2018;9:341. doi: 10.1186/s13287-018-0998-7.
 15. Shi S., Wang C., Acton A.J., Eckert G.J., Trippel S.B. *Role of Sox9 in Growth Factor Regulation of Articular Chondrocytes.* *Journal of Cellular Biochemistry.* First published: 24 February 2015. doi: 10.1002/jcb.25099
- O’Conor CJ, Case N, Guilak F. *Mechanical regulation of chondrogenesis.* *Stem Cell Research & Therapy.* 2013 Jul 1;4(4):61. doi: 10.1186/scrt211

УДК 577.2

МИТОХОНДРИАЛЬНАЯ ДИСФУНКЦИЯ КАК МОЛЕКУЛЯРНАЯ ОСНОВА КЛЕТОЧНОГО СТАРЕНИЯ

Соломко Лейла Руслановна

leyyys57@mail.ru

Студентка 4 курса Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева,
г. Астана, Казахстан

Научный руководитель – Булгакова О.В.

Старение – неизбежный процесс, который характеризуется постепенным снижением функциональной активности и способности клеток к делению. Оно связано с возникновением различных возраст-ассоциированных заболеваний, в том числе сердечно-сосудистых (ССЗ) и нейродегенеративных заболеваний, рака, или сахарного диабета [1]. По данным Организации Объединенных наций (ООН) в 2020 году в мире насчитывалось около 727 миллионов человек в возрасте старше 65 лет, и предполагается, что к 2050 году это число возрастет до 1,6 миллиарда [2].

На процессы старения влияют различные факторы, включая эпигенетические изменения, укорочение теломер, митохондриальная дисфункция и окислительный стресс. Клеточное старение сопровождается изменениями в морфологии, метаболизме, генетической регуляции клеток, а также функциональным снижением органелл, в том числе митохондрий [3].

Митохондрии – важнейшие органеллы, участвующие в синтезе основной доли клеточной энергии за счет производства аденозинтрифосфата (АТФ), тем самым регулируя клеточный гомеостаз. Помимо регуляции клеточного метаболизма, митохондрии играют важную роль в

процессах апоптоза, митофагии, образовании активных форм кислорода (АФК) и предотвращении окислительного стресса.

Митохондриальная ДНК (мтДНК) подвержена повреждениям в 10–20 раз больше, чем ядерная. Различные факторы окружающей среды, включая радиационное воздействие, а также эндогенные агенты способны отрицательно влиять на работу митохондрий [4, 5]. Любое повреждение нормальной митохондриальной функции влечет за собой повреждение клеток, что в дальнейшем способствует старению. В различных исследованиях сообщалось, что митохондриальная дисфункция, проявляющаяся в нарушении биогенеза митохондрий, их метаболизма и динамики, связана со старением и хроническими заболеваниями, связанными со старением [6, 7].

Митохондриальная сеть регулируется сложными процессами деления и слияния митохондрий, что составляет основу их динамики. Между этими процессами поддерживается тонкий баланс, необходимый для поддержания здоровой митохондриальной популяции. Если обратить внимание на митохондрии в стареющих клетках, то они, как правило, находятся в гиперслитом состоянии, что свидетельствует о нарушении митохондриальной динамики [8]. В этом контексте особую роль играют ключевые митохондриальные белки, известные как митофузины. Митофузин 2 (MFN2) особенно важен для поддержания целостности митохондрий, и снижение его уровня является одним из основных проявлений клеточного старения [9]. Также уровень белка MFN2 уменьшается в лобной коре у пациентов с болезнью Альцгеймера, что подчеркивает его роль в старении и патогенезе нейродегенеративных заболеваний [10]. Не сложно предположить, что дефекты митохондриальной динамики, наряду с нарушением структуры и функции митохондрий, подтверждают важность этих органелл в процессах клеточного старения. Однако, вопрос о том, являются ли эти мутации причиной или следствием старения, до сих пор остается открытым.

Еще один немаловажный аспект нормальной митохондриальной функции связан с митофагией, процессом, участвующим в удалении поврежденных и дисфункциональных митохондрий [11]. Такое поддержание качества митохондрий имеет важное значение в профилактике старения и развитии возрастных заболеваний [12]. Основную роль в этом процессе играет убиквитинлигаза E3 – паркин (PARK2). Показано, что снижение PARK2 в стареющих клетках связано с различными патологическими состояниями, включая старение и связанные с ним заболевания, в том числе ССЗ и рак [13, 14].

Одним из ключевых биомаркеров клеточного старения выступает белок p16, являющимся главным регулятором клеточного цикла и важнейшим онкосупрессором [15]. Именно p16 является решающим фактором, прекращая клеточный цикл при старении клетки. Данный белок становится активным в ответ на различные стрессовые факторы, включая митохондриальную дисфункцию, что характерно для стареющих клеток. Действительно, экспрессия p16 не обнаруживается в молодых клетках, но активируется факторами, способствующими клеточному старению [16]. Его активация приводит к постоянной остановке клеточного цикла и поддержанию сенесцентного фенотипа [17]. Различные данные полногеномных исследований у людей показывают важность p16 в определении возрастного состояния и старения человека [18,19].

Таким образом, логично предположить, что митохондрии играют ключевую роль в механизмах старения и заболеваниях, связанных с возрастом. Понимание их функций и нарушений может привести к разработке новых терапевтических стратегий для замедления старения и борьбы с возрастными заболеваниями.

Материалы и методы:

Объект исследования.

В исследование были включены 20 крыс самцов вида *Rattus norvegicus albinus*, линии Wistar. Крысы были разделены на две группы (контрольная группа n=10, экспериментальная группа n=10). Экспериментальная группа состояла из мышей 18-месячного возраста, что соответствует естественному процессу старения. Контрольная группа включала в себя мышей в возрасте 12 недель, представляющих собой молодой организм. Крысы содержались в

условиях стандартной диеты, без ограничений, с температурой 22 градуса С, цикл составлял 12 часов темноты и 12 часов света. Содержание животных и осуществляемые эксперименты строго соответствовали требованиям Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых в научных экспериментах, и получили одобрение этического комитета Назарбаев Университета (протокол № 03–2022).

Подготовка образцов.

Животные были подвергнуты эвтаназии, после чего были собраны образцы определенных тканей для проведения дальнейших экспериментов, а именно селезенка животных. Собранные образцы подвергались процессу гомогенизации для дальнейшего анализа. Небольшую часть образца нужного веса (селезенка – 30 мг) гомогенизировали сначала вручную, далее с помощью погружного гомогенизатора. Полученную массу перекладывали в новую пробирку и добавляли 600 мкл PBS-буфера.

Исследование митохондриальных белков.

В качестве основного объекта исследования был выбран белок Митофузин 2 (MFN2). Уровень MFN2 в образцах определялся с помощью иммуноферментного анализа с использованием коммерческого набора Rat Mitofusin-2 (MFN2) ELISA Kit (#MBS9392651, MyBioSource, США), согласно протоколу от производителя.

Помимо MFN2 был проведен анализ белка E3-убиквитинлигазы паркина (PARK2). Для его изучения был использован набор Rat E3 Ubiquitin-Protein Ligase Parkin (PARK2) ELISA Kit (#MBS9325400, MyBioSource, США), который использовался согласно протоколу производителя.

Исследование уровня АТФ

Для оценки метаболической активности митохондрий провели анализ уровня АТФ в селезенке животных. В процессе изучения был использован коммерческий набор Rat Adenosine Triphosphate ELISA Kit (#MBS723034, MyBioSource, США), согласно протоколу производителя.

Анализ уровня белка p16 как биомаркера клеточного старения.

Анализ уровня p16 осуществлялся с помощью коммерческого набора Rat Antioncogene p16 protein ELISA Kit (#MBS721562, MyBioSource, США) согласно протоколу производителя.

Результаты

Уровень белков PARK2 и MFN2

Согласно результатам исследования, уровень белка PARK2 в контрольной группе составил 3.98 ± 0.99 нг/мл, тогда как в экспериментальной группе он был значительно ниже - 0.61 ± 0.25 нг/мл. Таким образом, уровень PARK2 в экспериментальной группе в 6,5 раз ниже, чем в контрольной ($p < 0.0001$).

Как представлено на Рисунке 2, уровень белка MFN2 в контрольной группе составил 3.98 нг/мл, а в экспериментальной 0,53 нг/мл. Уровень MFN2 был в 7,5 раз меньше в экспериментальной группе по сравнению с контролем ($p < 0.0001$).

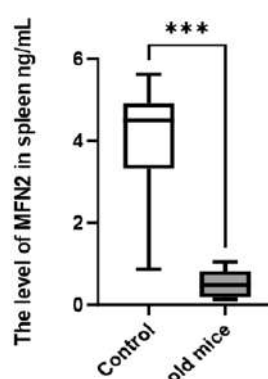
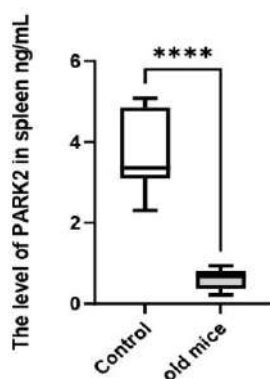


Рисунок 1 Уровень белка PARK2 в образцах экспериментальной и контрольной группы

Рисунок 2 Уровень белка MFN2 в образцах экспериментальной и контрольной группы

Уровень АТФ.

Уровень АТФ в контрольной группе составил 201,93 нг/мл. В экспериментальной группе уровень АТФ был значительно ниже, он составил 70.96 нг/мл, что соответствует уменьшению в 2,8 раза по сравнению с контролем ($p < 0.0001$).

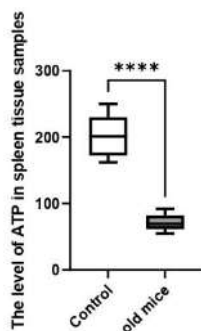


Рисунок 3 Уровень АТФ в селезенке крыс контрольной и экспериментальной группы

Уровень белка p16

В соответствии с результатами, в контрольной группе уровень p16 составил 0,375 нг/мл, в то время как в экспериментальной группе он увеличился до 0.899 нг/мл, что в 2,1 раза выше, чем в контрольной группе.

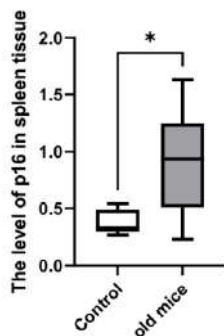


Рисунок 4 Уровень белка p16 в образцах контрольной и экспериментальной группы.

По результатам данного исследования можно сделать вывод, что митохондриальная дисфункция действительно является одной из ключевых причин клеточного старения.

Снижение уровней митохондриальных белков PARK2 и MFN2 свидетельствует о нарушении митохондриальной функции в клетках старых мышей, в отличие от молодых особей, в организме которых уровень указанных белков был примерно в 6–7 раз выше.

Снижение уровня АТФ в экспериментальной группе также подтверждает нарушение митохондриальной функции в стареющих клетках, что проявляется в ухудшении метаболической активности митохондрий. Этот процесс может приводить к нарушению клеточного гомеостаза, негативно влияя на состояние клетки, способствуя ускоренному клеточному старению.

Белок p16 подтвердил свою роль в качестве основного биомаркера клеточного старения, что говорит о сенесцентном состоянии в клетках экспериментальной группы крыс. Увеличение его уровня в тканях старых мышей указывает на активацию процессов, связанных с митохондриальной дисфункцией, включая окислительный стресс, нарушение слияния митохондрий и митофагии, в связи с чем возникает необходимость остановки клеточного цикла в стареющих клетках.

Полученные результаты подчеркивают взаимосвязь между митохондриальной дисфункцией и клеточным старением, открывая перспективы для дальнейших исследований в

этой области, направленных на замедление процессов клеточного старения при помощи восстановления митохондриальной функции.

Список использованных источников

1. Li Z, Zhang Z, Ren Y, Wang Y, Fang J, Yue H, Ma S, Guan F. Aging and age-related diseases: from mechanisms to therapeutic strategies // *Biogerontology*. 2021. P. 165-187
2. United Nations Department of Economic and Social Affairs (2020). *World population ageing 2020 highlights: living arrangements of older persons*. USA: ST/ESA/SER.A/451.
3. Mikula-Pietrasik J, Niklas A, Uruski P, Tykarski A, Książek K. Mechanisms and significance of therapy-induced and spontaneous senescence of cancer cells // *Cell Mol Life Sci*. 2020. P. 213-229
4. Ibragimova M, Kussainova A, Aripova A, Bersimbaev R, Bulgakova O. The Molecular Mechanisms in Senescent Cells Induced by Natural Aging and Ionizing Radiation // *Cells*. 2024. P. 550
5. Guo Y, Guan T, Shafiq K, Yu Q, Jiao X, Na D, Li M, Zhang G, Kong J. Mitochondrial dysfunction in aging // *Ageing Res Rev*. 2023. P.101955
6. Nehlin JO. Senolytic and senomorphic interventions to defy senescence-associated mitochondrial dysfunction // *Adv Protein Chem Struct Biol*. 2023. P. 217-247
7. Bratic A, Larsson NG. The role of mitochondria in aging // *J Clin Invest*. 2013. P. 951-7
8. Giuliani A, Prattichizzo F, Micolucci L, Ceriello A, Procopio AD, Rippo MR. Mitochondrial (Dys) Function in Inflammaging: Do MitomiRs Influence the Energetic, Oxidative, and Inflammatory Status of Senescent Cells? // *Mediators Inflamm*. 2017. P. 2309034.
9. Sebastián D, Soriano E, Segalés J, Irazoki A, Ruiz-Bonilla V, Sala D, Planet E, Berenguer-Llargo A, Muñoz JP, Sánchez-Feutrie M, Plana N, Hernández-Álvarez MI, Serrano AL, Palacín M, Zorzano A. Mfn2 deficiency links age-related sarcopenia and impaired autophagy to activation of an adaptive mitophagy pathway // *EMBO*. 2016. P. 1677-93
10. Manczak M, Calkins MJ, Reddy PH. Impaired mitochondrial dynamics and abnormal interaction of amyloid beta with mitochondrial protein Drp1 in neurons from patients with Alzheimer's disease: implications for neuronal damage // *Hum Mol Genet*. 2011. P. 2495-509.
11. Sato M, Sato K. Maternal inheritance of mitochondrial DNA by diverse mechanisms to eliminate paternal mitochondrial DNA // *Biochim Biophys Acta*. 2013. P. 1979-84
12. Guo J, Chiang WC. Mitophagy in aging and longevity // *IUBMB Life*. 2022 . P. 296-316
13. Chen G, Kroemer G, Kepp O. Mitophagy: An Emerging Role in Aging and Age-Associated Disease // *Front Cell Dev Biol*. 2020. P. 200
14. Evangelou K, Vasileiou PVS, Pappaspyropoulos A, Hazapis O, Petty R, Demaria M, Gorgoulis VG. Cellular senescence and cardiovascular diseases: moving to the "heart" of the problem // *Physiol Rev*. 2023. P. 609-647
15. Muss HB, Smitherman A, Wood WA, Nyrop K, Tuchman S, Randhawa PK, Entwistle AR, Mitin N, Shachar SS. p16 a biomarker of aging and tolerance for cancer therapy // *Transl Cancer Res*. 2020. P. 5732-5742.
16. Kim WY, Sharpless NE. The regulation of INK4/ARF in cancer and aging // *Cell*. 2006. P. 265-75
17. Baker DJ, Childs BG, Durik M, Wijers ME, Sieben CJ, Zhong J, Saltness RA, Jeganathan KB, Verzosa GC, Pezeshki A, Khazaie K, Miller JD, van Deursen JM. Naturally occurring p16(Ink4a)-positive cells shorten healthy lifespan // *Nature*. 2016. P. 184-9
18. Justice JN, Gregory H, Tchkonja T, LeBrasseur NK, Kirkland JL, Kritchevsky SB, Nicklas BJ. Cellular Senescence Biomarker p16INK4a+ Cell Burden in Thigh Adipose is Associated With Poor Physical Function in Older Women // *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2018. P. 939-945.
19. Ovadya Y, Krizhanovsky V. Strategies targeting cellular senescence // *J Clin Invest*. 2018. P. 1247-1254