

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ**

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

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

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

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

**2025  
Астана**

УДК 001(06)  
ББК 72я631  
F96

**«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2025» студенттер мен жас ғалымдардың  
XX Халықаралық ғылыми конференциясы = XX Международная  
научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE  
BILIM – 2025» = The XX International Scientific Conference for  
students and young scholars «ǴYLYM 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., Тауекел 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 микрорзелени 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.	Тоханbayeva S.T.	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 <sub>2</sub> 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

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К СТИМУЛИРОВАНИЮ ХОНДРОГЕНЕЗА

Сейпулла Асанали Сакенұлы

[seipulla.as.1@gmail.com](mailto:seipulla.as.1@gmail.com)Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,  
г. Астана, Казахстан

Хондрогенез представляет собой сложный и высокоорганизованный многоступенчатый процесс, в ходе которого происходит образование хрящевой ткани. Этот процесс лежит в основе формирования скелета и играет ключевую роль в эмбриональном развитии. Он начинается с конденсации хондропрогениторных клеток, их последующей дифференцировки в хондробласты и хондроциты, а также преобразования хондрогенных тканей в зрелые скелетные структуры. Конденсация клеток, которая предшествует хондрогенезу, сопровождается усиленной пролиферацией и активной миграцией хондропрогениторных клеток. Эти процессы способствуют установлению клеточно-клеточных взаимодействий (через N-кадгерин и N-CAM) и клеточно-матриксных взаимодействий (с участием интегринов), создающих условия для запуска сигнальных путей, необходимых для формирования хрящевой ткани [1].

С точки зрения морфологии, хондрогенез сопровождается значительными изменениями формы клеток. Хондропрогениторные клетки, которые изначально имеют удлинённую фибробластоподобную форму, преобразуются в сферические хондробласты и хондроциты. Этот переход обеспечивается перестройкой цитоскелета и активацией специфических внутриклеточных сигналов. Основные молекулы клеточной адгезии, такие как N-кадгерин, N-CAM, а также межклеточные соединения, играют важную роль в обеспечении координированных взаимодействий между клетками [2].

Здоровый хрящ является основой развития суставов и физиологического движения. Нормальное формирование и созревание хряща требуют координации множества сигнализаций. Каждый этап дифференцировки хондроцитов характеризуется экспрессией определённых генов. На ранних стадиях хондроциты выражают COL2A1 (коллаген типа II) и ACAN (агрекан), клеточные столбики выражают FGFR3, пре-гипертрофированные клетки — PPR (рецептор паратгормоноподобного белка), IHH и COL10A1 (коллаген типа X); гипертрофированные клетки выражают только COL10A1 [3]. Установлено [4], что в условиях *in vitro* МСК могут формировать хрящеподобную ткань, содержащую биомолекулы, типичные для хряща: коллаген типа II, протеогликаны и агрекан. Однако, по результатам некоторых исследований, ткани, полученные в результате инженерии хряща, не достигали структуры и функциональности родного хряща. Коллаген в искусственном хряще был на 50% ниже, чем в естественном. Структура и пространственная организация волокон искусственного хряща также отличались от родных, что влияло на их механические свойства. Проблемой искусственного хряща является приобретение дифференцированными хондроцитами гипертрофированного фенотипа, что приводит к значительному увеличению метаболической активности, накоплению внеклеточного матрикса, выработке щелочной фосфатазы (фермента, участвующего в минерализации матрикса) и последующей апоптозу клеток, что снижает функциональную активность ткани [5, 6]. Поэтому современные исследования направлены на улучшение понимания процессов хондрогенной дифференцировки и оптимизацию существующих методов культивирования МСК для создания хрящевых тканей.

Транскрипционные факторы и факторы роста, такие как трансформирующий ростовой фактор бета (TGF- $\beta$ ), белки роста костей (BMP) и сигналы фибробластного роста (FGF) играют центральную роль в процессе хондрогенеза [7, 8]. Эти молекулы могут стимулировать дифференцировку МСК в хондроциты и усилить синтез коллагена II типа — основного компонента хряща.

❖ Подсемейство FGF человека представляет собой группу цитокинов, которые играют важную роль в росте клеток, развитии, метаболизме и заболеваниях тканей. В семействе FGF насчитывается 22 члена (у человека FGF-1-23). Текущие исследования показали, что члены FGF, такие как FGF-2, FGF-9, FGF-18 и FGF-19, тесно связаны с физиологией и патологией хряща, и они могут способствовать развитию хряща и костей [9]. Когда FGF связывается с рецептор фибробластного ростового фактора (FGFR), это активирует внутриклеточные сигнальные молекулы, которые регулируют клеточные функции, такие как рост, деление, миграция и выживание клеток.

❖ Трансформирующий ростовой фактор бета (TGF- $\beta$ ) – это семейство белков (TGF- $\beta$ 1, TGF- $\beta$ 2 и TGF- $\beta$ 3), которые регулируют важнейшие клеточные процессы, такие как рост, дифференцировку, миграцию и апоптоз клеток. TGF- $\beta$  играет ключевую роль в формировании хрящевой ткани, стимулируя образование протеогликанов и коллагена типа II, а также участвует в регуляции иммунных реакций, воспаления и заживления ран. Нарушение его сигнальных путей может привести к заболеваниям, таким как остеоартрит и фиброз. Через активацию рецепторов на клеточной поверхности и передачу сигнала в ядро TGF- $\beta$  регулирует важные процессы в тканях, включая их восстановление и развитие [10]. Предполагается, что нарушение работы сигнальных путей TGF- $\beta$  в мезенхимальных стволовых клетках (MSC) может быть одной из причин развития остеоартрита. Например, было показано, что TGF- $\beta$ 1 способствует размножению хондроцитов, находящихся в стадии роста (антерных хондроцитов), и вызывает выражение маркеров гипертрофированных хондроцитов [11].

❖ Белки MEF2 (с доменами MADS) являются транскрипционными активаторами, участвующими в развитии мышц и других процессах, включая хондрогенез. MEF2C и MEF2D коэкспрессируются в ростковой пластинке во время эмбриогенеза мышечной ткани. В сочетании с RUNX2 и SOX9, они усиливают экспрессию IHH и COL10A1 в пре-гипертрофированных и гипертрофированных хондроцитах [12].

Семь белков семейства STAT регулируют пролиферацию, дифференцировку и выживаемость клеток. Модулируясь через рецептор фибробластного фактора роста FGFR3, STAT1 и STAT5 ингибируют пролиферацию колонновидных хондроцитов, что было показано в тканях при ахондроплазии и злокачественной дисплазии, а также в культурах хондроцитов, полученных от людей с этими заболеваниями. STAT5 также медирует действие гормонов роста на ростковую пластинку [13].

Транскрипционные факторы (TF), которые регулируют экспрессию генов и контролируют различные клеточные процессы, играют важную роль в развитии различных тканей, включая хрящевую ткань. SOX9 является одним из главных факторов, регулирующих хондрогенез, влияя на почти все стадии дифференцировки хондроцитов. SOX5 и SOX6 работают совместно с SOX9 для нормальной хондрогенезной активности, а их потеря может привести к развитию нарушений в формировании скелета. SOX4, SOX11 и SOX12 из семейства SOXC поддерживают жизнеспособность мезенхимальных стволовых клеток и участвуют в их дифференцировке в остеобласты и хондроциты [14].

❖ BMP относятся к семейству факторов роста, которые регулируют дифференцировку клеток, их пролиферацию и миграцию. Они также участвуют в образовании и ремоделировании тканей, таких как кости и хрящи, и важны для эмбрионального развития. Семейство BMP включает более 20 различных молекул, и каждая из них имеет специфические функции. Например, BMP-2, BMP-4 и BMP-7 активно участвуют в остеогенезе, способствуя дифференцировке мезенхимальных стволовых клеток в остеобласты, а также стимулируют минерализацию матрикса. BMP-7 также играет важную роль в хондрогенезе, а его применение изучается как потенциальный метод лечения заболеваний суставов и хрящевой ткани. Они действуют через специфические рецепторы на поверхности клеток, активируя сигнальные пути, такие как SMAD-пути, которые регулируют транскрипцию генов, вовлечённых в клеточную дифференцировку и синтез матрикса. В одной из исследований [15] авторы использовали IGF-I, FGF-2, BMP-7, а также их трансгены, доставленные в суставные хондроциты крупного рогатого скота. Изменялись экспрессия гена Sox9 и уровня

его белка. Далее использовали siRNA для подавления экспрессии Sox9, чтобы оценить изменения в экспрессии генов агрекана и типов I и II коллагена, а также в продукции гликозаминогликанов, коллагена и ДНК. Результаты показали, что FGF-2 или комбинация IGF-I, BMP-7 увеличивают экспрессию гена Sox9 и его продукцию. Однако подавление Sox9 изменяло влияние факторов роста на хондроциты, причём этот эффект был сложным и зависел как от типа фактора роста, так и от функции хондроцитов. Исследование показало, что Sox9 участвует в стимуляции продукции матрикса под воздействием комбинации факторов роста и стимулирует пролиферацию хондроцитов под действием FGF-2. Митогенный эффект комбинированных факторов роста и катаболический эффект FGF-2, вероятно, связаны с механизмами, независимыми от Sox9. Эти молекулярные механизмы могут быть использованы для разработки методов лечения повреждений хряща.

Помимо использования различных биокomпонентов, таких как факторы роста, важную роль в улучшении дифференцировки МСК играет также время предварительной культуры. Исследования показали [16], что продолжительность предварительной культуры МСК в среде с факторами роста существенно влияет на их реакцию на динамическую нагрузку. Например, результаты одного исследования показали, что предварительная культура MSC в течение 8 дней с добавлением факторов TGF $\beta$  и дексаметазон не увеличивала экспрессию агрекана, COL2A1 или синтез гликозаминогликанов (sGAG) и белков. Однако, если период предварительной культуры был удлинён до 16 дней, добавление нагрузки значительно повышало эти показатели. Важно отметить, что эффект нагрузки был менее выражен при отсутствии дексаметазона. Исследования также показали, что более длительная предварительная культура (7-21 день) до применения нагрузки приводит к значительному увеличению экспрессии агрекана и Col2 $\alpha$ 1, что свидетельствует о важности предварительного стимулирования дифференцировки клеток для улучшения их реакции на нагрузку. В другом исследовании нагрузка, применённая сразу после создания конструкта или через 3 недели, продемонстрировала негативные эффекты на содержание ДНК, sGAG и коллагена. Однако, трёхнедельная предварительная культура полностью устраняла эти отрицательные эффекты, улучшая функциональные свойства и распределение внеклеточного матрикса.

Также важным фактором стимуляции является материалы каркаса для выращивания хрящевой ткани. Эти материалы должны быть биосовместимыми и способствовать интеграции с тканями пациента. Трёхмерные (3D) матрицы и гидрогели обеспечивают механическую поддержку и могут быть настроены для подачи специфических молекул роста, что способствует успешному восстановлению хрящевой ткани. Трёхмерные (3D) структуры играют важную роль в хондрогенезе, так как они обеспечивают более естественную среду для клеток по сравнению с традиционными двухмерными (2D) культурами. 2D-структуры – это традиционные культуры клеток, где клетки растут на плоской поверхности (например, чашки Петри). В таких условиях клетки часто ограничены в своих возможностях для взаимодействия, что может повлиять на их способность к полноценной дифференцировке. В 2D-системах клетки имеют ограниченное пространственное распределение и не могут точно моделировать сложную архитектуру тканей, как в организме. 3D-модели, используемые в хондрогенезе, включают клеточные культуры, гидрогели, тканевые инженерные конструкции, 3D-биопринтинг и микрофизиологические системы. Эти структуры позволяют клеткам взаимодействовать с окружающим матриксом в условиях, имитирующих физиологические процессы. Гидрогели и клеточные матрицы служат каркасами для клеток, поддерживая их жизнеспособность и стимулируя дифференцировку в хрящевую ткань. Технологии 3D-биопринтинга и органоиды дают возможность создавать сложные тканевые структуры, что способствует более точному воспроизведению процессов хондрогенеза и тестированию новых терапевтических подходов. Эти модели играют ключевую роль в исследовании восстановления хрящевой ткани и лечении заболеваний суставов.

Итак, технология стимуляции хондрогенеза, направленная на создание хрящевой ткани из стволовых клеток, имеет значительный потенциал в лечении заболеваний, таких как остеоартрит и хондропатии. Однако на данный момент она сталкивается с рядом проблем,

которые ограничивают её клиническое применение. Одной из главных проблем является низкая эффективность и нестабильность получаемой ткани. Хрящевая ткань, полученная из стволовых клеток, часто не может выдержать механические нагрузки и не демонстрирует должной долговечности. Важным препятствием также является недостаток стандартизированных протоколов дифференциации стволовых клеток, что делает воспроизведение результатов исследования затруднительным. Кроме того, существует проблема интеграции искусственно созданной хрящевой ткани в повреждённые участки организма, что препятствует её эффективному использованию. Иммуные реакции и отторжение, особенно при использовании аллогенных стволовых клеток, являются ещё одной проблемой, осложняющей клиническое внедрение этих технологий. Также трудности возникают из-за отсутствия сосудистого обеспечения у хрящевой ткани, что снижает её жизнеспособность в условиях организма.

Для решения этих проблем перспективные направления исследований в области стимуляции хондрогенеза включают использование всех вышеуказанных новых биоматериалов, таких как гидрогели, наноматериалы и синтетические полимеры, которые могут создать более подходящую среду для дифференциации стволовых клеток и улучшить их интеграцию в повреждённую ткань. Также важным направлением является оптимизация условий дифференциации, что включает использование комбинаций различных факторов роста, таких как TGF- $\beta$ , BMPs и Wnt-сигналы, а также механических стимулов, способствующих хондрогенезу. Применение генетических модификаций, например, с помощью CRISPR/Cas9, может позволить более точно контролировать дифференциацию клеток и повысить качество получаемой ткани. Важным направлением является использование 3D-культуры клеток и биопринтинга для создания более сложных и функциональных тканей, что может приблизить результаты лабораторных исследований к клиническому применению. Кроме того, исследуются экзосомы, выделяемые стволовыми клетками, которые содержат биологически активные молекулы, способствующие регенерации тканей. Все эти подходы открывают перспективы для создания более эффективных методов лечения хрящевых заболеваний в будущем.

#### Список использованных источников

1. Wescoe KE, Schugar RC, Chu CR, Deasy BM. The role of the biochemical and biophysical environment in chondrogenic stem cell differentiation assays and cartilage tissue engineering. *Cell Biochem Biophys*. 2008;52:85–102. doi: 10.1007/s12013-008-9029
2. Elder BD, Athanasiou KA. Hydrostatic pressure in articular cartilage tissue engineering: from chondrocytes to tissue regeneration. *Tissue Eng Part B Rev*. 2009;15:43–53. doi: 10.1089/ten.teb.2008.0435.
3. Chijimatsu R, Saito T. Mechanisms of synovial joint and articular cartilage development. *Cell Mol Life Sci*. 2019; 76(20): 3939-3952. 10.1007/s00018-019-03191-5
4. Zhai K., Sun Z., Yang Y., Chen M., Gao C., Fu L., Li H., Sui X., Guo Q., Liu S. Recent Developed Strategies for Enhancing Chondrogenic Differentiation of MSC: Impact on MSC-Based Therapy for Cartilage Regeneration. *Stem Cells Int*. 2021;2021:8830834. doi: 10.1155/2021/8830834.
5. Somoza R.A., Welter J.F., Correa D., Caplan A.I. Chondrogenic Differentiation of Mesenchymal Stem Cells: Challenges and Unfulfilled Expectations. *Tissue Eng. Part B Rev*. 2014;20:596–608. doi: 10.1089/ten.teb.2013.0771. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
6. Shachpazyan N.R., Astrelina T.A., Yakovleva M.V. Mesenchymal stem Cells from Various Human Tissues: Biological Properties, Assessment of Quality and Safety for Clinical Use. *Genes Cells*. 2012;7:23–33.
7. Chen TM, Chen YH, Sun HS, et al. Fibroblast growth factors: potential novel targets for regenerative therapy of osteoarthritis. *Chin J Physiol*. 2019; 62(1): 2-10. 10.4103/CJP.CJP\_11\_19

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](mailto: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