

Б.С. Жошибекова*, **А.А. Сартаева**, **А.А. Рамазанова**

Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

* e-mail: bagila.zhoshibek@mail.ru

МОЛЕКУЛАЛЫҚ-ГЕНЕТИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ МОДЕЛЬДІ ОҚЫТУДА СТУДЕНТТЕРДІҢ ЗЕРТТЕУ ДАҒДЫЛАРЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ

Студенттердің ғылыми зерттеу дағдыларын қалыптастыру жоғары оқу орындарында генетиканы оқытудың маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Зерттеу дағдылары студенттердің белгілі бір тақырыпқа қатысты пайдалы ақпаратты іздеу, шығармашылық зерттеу және бағалау қабілеті. Бұл дағдыларды қалыптастыруға зерттеу жүргізу, сыни талдауды қолдану және белгілі бір мәселенің гипотезаларын немесе шешімдерін қалыптастыру жатады. Интеллектуалдық әлеуетті қалыптастыруда ғылым мен білімді дамытудың маңызы зор. Мақалада біз биология мамандығының студенттеріне генетиканы, молекулалық биологияны оқытуда зерттеу дағдыларын қалыптастыруға арналған модельді оқыту әдісі – ДНҚ штамптары туралы берілген. Модель дегеніміз идеяны, нысанды, тұжырымдаманы, жүйені ұсыну. Ал модельдеу жұмысы студенттерді өз білімдерін жүйелендіруге, тереңдетуге және практикада қолдануға мүмкіндік береді. Генетика сабағында студенттер ДНҚ репликациясын, Нонсенс, Миссенс, Фреймшифт мутациялары, CRISPR механизмін модельдеу арқылы зерттеу жұмыстарын жүргізді. ДНҚ штамптарымен модельдеу білім алушылардың мотивациясын, пәнге деген қызығушылығын арттырып, бағалауды жеңілдетеді, сонымен қатар білім алушылардың модельдеу процестерін есте сақтауға көмектеседі. Студенттердің білімдері сауалнама, сұхбат әдістері арқылы тексерілді. Зерттеу нәтижесінде студенттердің пәнге қызығушылығы және күрделі генетикалық процестерді модельдеу арқылы оңай түсінді.

Түйін сөздер: Генетика, молекулалық биология, модельдеу, зерттеу дағдылары, ДНҚ репликациясы.

B.S. Zhoshibekova*, A.A. Sartayeva, A.A. Ramazanova
Kazakh National Women's Teacher Training University, Kazakhstan, Almaty
*e-mail: bagila.zhoshibek@mail.ru

Formation of students' research skills in teaching models of molecular genetic processes

The formation of students' scientific research skills is an important component of teaching genetics in higher educational institutions. Research skills the ability of students to search, creatively explore and evaluate useful information related to a particular topic. The formation of these skills includes conducting research, using critical analysis and forming hypotheses or solutions to a specific problem. The development of science and education is of great importance in the formation of intellectual potential. The article examines the DNA stamps of a model teaching method for the formation of research skills in the study of genetics, molecular biology for students of the specialty biology. A model is a representation of an idea, an object, a concept, a system. Working with the modeling method allows students to systematize, deepen and apply their knowledge in practice. In the genetics lesson, students conducted a study by modeling DNA replication, Nonsense, Missense, Frameshift mutations and the CRISPR mechanism. Modeling using DNA stamps increases students' motivation, interest in the subject, facilitates evaluation, and also helps students remember modeling processes. Students' knowledge was tested by means of questionnaires and interviews. As a result of the study, students became more interested in the subject and easily understood, modeling complex genetic processes.

Key words: Genetics, molecular biology, modeling, research skills, DNA replication.

Б.С. Жошибекова*, А.А. Сартаяева, А.А. Рамазанова
Казахский национальный женский педагогический университет, Казахстан, г. Алматы
*e-mail: bagila.zhoshibek@mail.ru

Формирование исследовательских навыков студентов при обучении модели молекулярно-генетических процессов

Формирование у студентов навыков научного исследования является важной составляющей обучения генетики в высших учебных заведениях. Исследовательские навыки – это способность студентов искать, творчески исследовать и оценивать полезную информацию, относящуюся к определенной теме. Формирование этих навыков включает в себя проведение исследований, использование критического анализа и выдвижение гипотез или решения конкретной проблемы. В статье проведено исследование штампов ДНК модельного метода обучения для формирования исследовательских навыков при изучении генетики, молекулярной биологии для студентов специальности биология. Модель – это представление идеи, объекта, концепции, системы. Работа методом моделирования позволяет студентам систематизировать, углубить и применить полученные знания на практике. На занятиях по генетике студенты провели исследование путем моделирования репликации ДНК, Нонсенс, Миссенс, Фреймшифт мутаций и механизма CRISPR. Моделирование с помощью штампов ДНК повышает мотивацию учащихся, интерес к предмету, облегчает оценивание, а также помогает учащимся запомнить процессы моделирования. Студенты оценили методику обучения генетике методами анкетирования и интервью. В результате исследования студенты стали более заинтересованы в предмете и легко понимали, моделируя сложные генетические процессы.

Ключевые слова: Генетика, молекулярная биология, моделирование, исследовательские навыки, репликация ДНК.

Кіріспе

Қазақстан Республикасының «Қазақстан-2050» Стратегиясында Жоғары білім беру жүйесін реформалаудың басым бағыттарын айқындау, заманауи білімі мен жоғары білікті кадрларды даярлау процесін сапалы жаңа деңгейге көтеру, жоғары білім беруді жаңғырту, озық білім беру технологиялары негізінде әлеуметтік сала мен өндірістерді дамытуға негізделген. 2021 жылы 13 қазанда мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаев Ұлттық жобалар тізбесін бекіту туралы жарлыққа қол қойды. Соның бірі – 2021-2025 жылдарға арналған «Білімді ұлт» сапалы білім беру» ұлттық жобасы. Бұл жоба білім және кәсіби машық – заманауи білім беру жүйесінің, кадр даярлау мен қайта даярлаудың бағдары негізін де даярланған. Бұл жоғары білімнің озық стандарттарын енгізуге, атап айтқанда, теориялық білім алуға бағытталған білім беруден, практикалық дағдыларды дамытуға бағытталған білім беру бағдарламаларына, халықаралық тәжірибеге негізделген (Қазақстан Республикасы Премьер-Министрінің ресми ақпараттық ресурсы 2019) [1].

Қазіргі ғылымның ғарыштап дамуы білімгерлердің жаңа жағдайларға тез бейімделуін талап етеді. Қоғамға тәуелсіз және сыни ойлау қабілеті бар, мәселені шығармашылықпен шеше

алатын білікті маман қажет. Білім алушыға ақпарат беріп қана қоймай, оның ғылыми-зерттеу әлеуетін қалыптастыру өз кезегінде зияткерлік дамуға әкеледі. (Sabirova E.G., 2015: 1139-1142) [2]. Оқу процесінің белсенді субъектілері-оқытушылар мен студенттер, олардың бірлескен қызметі процестің жалпы сипатын сипаттайды, бұл белгілі бір тақырып бойынша теориялық және практикалық білімді аз уақыт ішінде терең игеруге мүмкіндік береді. Сондай-ақ, педагогикалық технологиялардың маңызды ерекшеліктерінің бірі студенттердің ғылыми зерттеушілігін қалыптастыру болып табылады. Диджей Дьюидің көзқарасы бойынша білім берудің барлық түрлері мен формаларын оқушылардың мәселелерін шешу арқылы өзін-өзі оқытумен алмастыруды қолдайды. игерілген білімнің көлемі мен сапасымен ғана емес, сонымен қатар танымдық процестердің құрылымымен, оқушының логикалық операциялары мен ақыл-ой әрекеттерінің жүйесімен сипатталады, бұл ғылымның қалыптасуына әкеледі. Кез-келген ұйымда инновациялық даму адам интеллектінің өнімі болып табылады, сондықтан ғылым мен білімнің дамуы, кәсіби және рухани құндылықтарға қол жеткізу үшін, сондай-ақ студенттердің зерттеушілік, шығармашылық дағдыларын, ғылыми дүниетанымның болашақ дамуын қамтамасыз ету үшін білім берудің жаңа көзқарастарын

қарастыру керек (Abdujalilova S.A.,2020:2020) [3]. Ғылым мен білімді ұштастыруда зерттеу жұмысы мен оқыту арасындағы байланыстарға, сондай-ақ осы байланыстардың маңыздылығына үлкен қызығушылық бар.

Генетика ғылымы биологияның маңызды бір бөлшегі. Генетикалық сауаттылықты арттыру қазіргі кезге дейін білім алушылар мен мұғалімдер үшін күрделі, өзекті мәселе болып тұр. Тәжірибе көрсеткендей, генетикалық терминология мен тұқым қуалаушылық заңдылықтарын игеру студенттерге қиын. Генетиканы оқытудың жаңашыл әдістемесін ұйымдастыру биологиялық білім мен білім алушылардың іс-қимыл тәсілдерін жинақтауға ықпал ететін танымдық қызығушылықты қалыптастыра білетін, білікті шебер мұғалімдерді талап етеді (Лабутина М. В., 2019: 30-38) [4].

Жалпы генетиканың ғылым ретінде қалыптасуы тұқымқуалаушылық пен өзгергіштіктің заңдылықтарын дәлелдеп берген Г. Мендельдің еңбектерімен байланысты. Ғалымдар бұл заңдылықтың дұрыстығына көз жеткізгеннен кейін 1900 жылдан бастап генетика ғылымы жылдам дами бастады. Сондай-ақ, генетиканың дамуына үлес ғалымдардың ішінде Н.И. Вавиловтың ғылыми еңбектері «Генетика мен селекциялық зерттеулерді» ерекше атауға болады. 1920 жылы ол тұқым қуалайтын вариацияның гомологиялық қатарларының заңын тұжырымдады. Бұл заң туралы үлкен нақты материалды қорытындылады жақын тұқымдастар мен түрлердің өзгергіштігінің параллелизмі, осылайша генетика мен таксономияны байланыстырады. Бұл генетика мен эволюциялық ілімнің кейінгі синтезі жолындағы үлкен қадам болды. 1925 жылы мутациялық процесс теориясы индукцияланған мутагенездің ашылуымен байланысты болды. Кеңестік микробиологтар Г.А. Надсон мен Г.С. Филиппов радиоактивті сәулеленудің төменгі сатыдағы саңырауқұлақтардағы мутация процесіне әсерін анықтады. 1927 жылы американдық ғалым Г. Мёллер дрозофила шыбындарына қойған эксперименттерінде рентген сәулелерінің мутагендік әсерін көрсетті, ал басқа американдық биолог Дж. Стадлер (1927) өсімдіктерде жүретін ұқсас әсерлерді тапты. Индукцияланған мутагенез әдісін қолдана отырып, 1929 жылы А.С. Серебровский бастаған кеңес ғалымдары *Drosophila melanogaster*-де геннің құрылымын зерттеуге кірісті. Өз зерттеулерінде 1929-1937ж олар алғаш рет оның күрделі құрылымын көрсетті. Осылай-

ша, КСРО-да генетика бойынша зерттеулер өте қарқынды дамыды. Сонымен қатар мамандарды даярлау жүргізілді. 1919 жылы Ю. А. Филипченко Петроград университетінде елдегі алғашқы генетика кафедрасын және 1920 жылы Петроград университетінің Петергоф жаратылыстану институтында генетиканы зерттеу зертханасын құрды. 1929 жылы ол «Генетика» атты алғашқы оқулығын шығарды, ол бұрын жазған: «Өзгергіштік және оны зерттеу әдістері және «Тұқымқуалаушылық». кітаптарын біріктірді. Ю. А. Филипченко қайтыс болғаннан кейін, оның «Жұмсақ бидайдың генетикасы» атты кітабы жарық көрді, ол өсімдіктердің генетикалық талдауы бойынша алғашқы нұсқаулық болды. 1921 жылы Ю.А. Филипченко Ғылым Академиясында генетика ғылыми-зерттеу зертханасын ұйымдастырды, ол кейіннен генетика институтына айналды. Бұл институтты 1930 жылы Н.И. Вавилов басқарды (Зеленский Г. Л., 2011: 655-675) [5].

Генетика ғылымдары үшін қажетті зерттеу дағдыларына жаңашылдық, тәуелсіздік, мәселелерді шешу, есептеу, сыни талдау және ақпаратты әртүрлі тәсілдермен өңдеу қабілеті жатады. Студенттерге зерттеу дағдыларын дамытуға мүмкіндік беретін кез-келген оқыту процесі олардың білім сапасының артуына септігін тигізеді. Студенттердің ғылыми зерттеушілік қабілетін қалыптастыру көптеген оқу орындарында жаратылыстану ғылымдарын оқытудың маңызды құрамдас бөлігі болып табылады (Sadler T. D., 2010:39) [6]. Американдық ғылымды дамыту қауымдастығы аудиториядағы ғылымды зерттеуге көбірек назар аударды. Соған сай оқу бағдарламаларын жасаушылар студенттердің зерттеушілік қабілетін қалыптастырудың маңызын ескере отырып оқу жоспарларын жасады (McDonald S., 2008: 973-993) [7]. Студенттерге ғылымның мазмұнын, табиғатын және зерттеу дағдыларын түсінуге мүмкіндік беретін оқыту мен бағалаудың жаңа модельдері қажет (Burgh G., 2012: 1045-1059) [8]. Зерттеу ғылымның маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Студенттердің не оқып жатқанын және ғылыми білім беру реформасын дамыту үшін зерттеулердің қалай ұйымдастыру керектігін түсіну керек (Krajcik J.et al.,2000)[9]. Соңғы зерттеулерге сүйенетін болсақ, молекулалық генетиканың принциптері көптеген білім алушылар үшін ДНҚ, РНҚ және ақуыздың молекулалық құрылымын, ДНҚ репликациясы, ақуыз синтезі сияқты жасушааралық процестерді түсіну қиындық ту-

дырады. Мұндай процестер күрделі және көзге көрінбейтін әртүрлі биологиялық құрылымдар мен өзара әрекеттесулерден тұрады. Студенттер генетикалық түрлендірілген өнімдер, CRISPR және мутация сияқты генетикалық мәселелерді түсінбейді. Бұл өз кезегінде студенттің генетикаға деген қызығушылығын төмендетеді. Оқытуға конструктивтік көзқарасты ұстанатын зерттеушілер мұндай қиындықтарға қарамастан модельдеу мен визуализациялау әдістерін белсенді қолдана отырып, оқытуды жеңілдетуді ұсынады. Жалпы модельдеу әдісі ғылым жетістіктерінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады (Marbach-Ad G.,2008:273-292) [10]. Модельдеудің негізгі мақсаты-мұғалімдерге оқытудың белсенді, сенімді, әдістемесін ұсыну. Модельдеудің педагогикалық негізі бұл мұғалімнің кез – келген оқу материалдарын сыни тұрғыдан талдауға және оқуды тиімді ұйымдастыру қабілеттілігін дамытады. Модельдеу әдістерін қолдану білім беру саласындағы жетістіктерге, екінші жағынан оқу материалдарын жаңа технологиялар мен жеңіл түсінуге мүмкіндік береді. Мұғалімдер модельдеу әдісін ерекше, күрделі және қызықты тақырыптарға да қолдануға болатындығын түсінеді. Олар студент және оқытушы рөлдерін орындай отырып, бағытталған зерттеу және бірлескен оқыту әдістерін қолданады. Модельден ақпарат неме-

се нәтиже алу модельге негізделген қорытынды деп аталады (Hestenes D,1997:935-958) [11]. Модельдер молекулалық құрылымды және атап айтқанда материалды түсінуде ерекше маңызды рөл атқарады. 1953 жылы Уотсон мен Крик ұсынған ДНҚ-ның ғылыми моделі ДНҚ-ға қатысты маңызды құбылыстар мен процестерді, мысалы, ДНҚ репликациясы мен транскрипциясын түсіндірді. ДНҚ-ның бұл моделі қазіргі кездегі көптеген білімгерлер үшін өте күрделі. Сондықтан оқытушылар арнайы ДНҚ оқыту модельдерін қолданады. Модельдеу, молекулалық генетикадағы ұғымдар мен процестердің күрделілігін төмендетеді, бұл студенттерге динамикалық процестерді біртіндеп байқауға, мүмкіндік береді. Модельдердің генетика ғылымындағы маңызы қысқаша түсіндірмесі бірінші кестеде көрсетілген, модельдеу ғылымда ерекше орын алады, өйткені кейбір көзге көрінбейтін процестерді немесе құбылыстарды тікелей байқауға және басқаруға болмайды. Кейбіреулері тым күрделі, кейбіреулері тым үлкен немесе тым кішкентай. Ғылымдағы модельдер ғылыми теория мен практика арасындағы көпір ретінде жұмыс жасайды, себебі олар студенттерге абстрактілі ғылыми құбылыстарды танымдық қабілеттеріне сәйкес келетін етіп үйренуге мүмкіндік береді (Clark D.C., 2000: 204-206) [12].

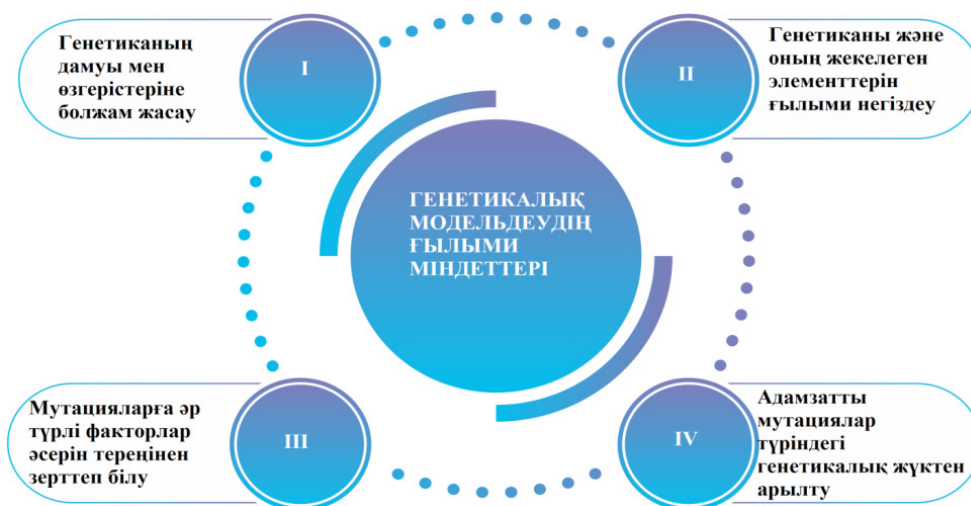


1-сурет – Модельдеу әдістерінің генетика ғылымындағы маңызы

Жалпы модель дегеніміз – идеяны, нысанды, тұжырымдаманы, жүйені ұсыну. Ал модельдеу жұмысы студенттерді өз білімдерін жүйелендіруге, тереңдетуге және практикада қолдануға мүмкіндік береді. Төмендегі кестеде генетикалық процестерді модельдеудің ғылыми міндеттері келтірілген.

Ғылыми білім беруде модельдер бастапқы аналог ретінде, содан кейін мақсатты аналогты

талқылауға және жаңа тұжырымдаманы түсінуге арналған оқу құралы ретінде әрекет етеді. Мұндай модельдер «педагогикалық аналогтық модельдер» деп аталады, «аналогтық» ол ақпаратты мақсатпен бөліседі, «педагогикалық» атомдар мен молекулалар сияқты бақыланбайтын нысандарды жасайтын оқытушы жасаған түсіндірулер болып табылады, білімгерлер үшін қол жетімді (Harrison A. G., 2000: 1011-1026) [13].



2-сурет – Модельдеу әдістерінің генетика ғылымындағы міндеттері

Зерттеу жұмысының мақсаты студенттердің зерттеу дағдыларын қалыптастыру үшін генетикалық процестерді модельдеу әдісі арқылы жүзеге асыру. Бұл мақалада сипатталған ДНҚ штамптарының жиынтығы арқылы жасалған модель білім беру процесінде қолданылады. Әрі қарай, генетика сабағында іріктеуді енгізу және бағалау туралы талқылаймыз. Зерттеу сабағы Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінде өтті. 6B01509-Биология мамандығының 3 курс, 46 студенті қатысты.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Модельдеу әдістемесі. Мутация мен ДНҚ репликациясын, CRISPR және де ДНҚ мен байланысты жүретін тағы басқа процестерді модельдеу үшін штамптар мен арнайы қағаз орамдары, қағазға басып шығарылған генетикалық код, түрлі түсті маркерлер пайдаланылды. ДНҚ мөрлерінің жиынтығы (3-суретте) бес нуклеотидті штамптан және қағазға басып шығарылған генетикалық кодтан тұрды. Студенттер белгілі бір молекулалық-генетикалық

процестерді модельдеу үшін ферменттің рөлін сипаттайды. ДНҚ штамптарының жиынтығын мутация процесін, ДНҚ немесе РНҚ-ны қамтитын кез-келген процесті модельдеу үшін қолдануға болады. Оқытушы, әдетте студенттерге материалдармен танысуға, ДНҚ-ның қысқа бөлігін нуклеотидтердің тиісті бағдарымен (5' және 3' ұштары) және негіздердің жұптасуымен штамптауға көмектесуден бастайды.

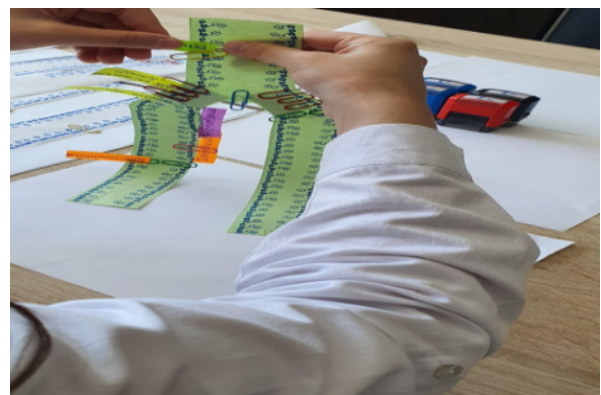
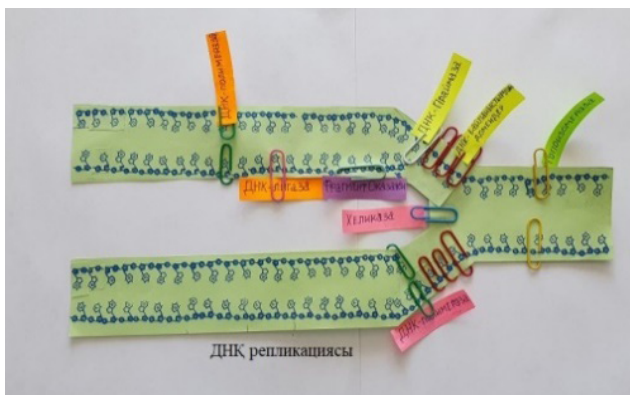
ДНҚ репликациясын модельдеу. ДНҚ өмір сүруге жауапты барлық генетикалық ақпаратты алып жүреді. ДНҚ молекуласы организмнің хромосомаларында орналасқан, оның 23-і адамда. Жасушаның бөлінуі деп аталатын процестің тұрақты қайталануы нәтижесінде көптеген жасушаларды тудырады. Әрбір бөліну алдында жасушаны құрайтын көптеген молекулалардың әрқайсысының жаңа көшірмелері, соның ішінде барлық ДНҚ молекулаларының қайталануы жүреді. ДНҚ репликациясы дегеніміз– бұл организмнің генетикалық ақпаратын оның гендерін, жасушаның бөлінуінен пайда болған екі еншілес жасушаға беруге мүмкіндік беретін қайталану процесі. ДНҚ-ның қысқа фрагменті

басылып шығарылып, бөлінетін жасушаны модельдеу үшін студенттерге топтық тапсырмалар берілді. ДНҚ-ны хеликаза қайшыларымен екі бөлек тізбекке кескеннен кейін, әр студент бір тізбекті алып, тиісті модельдеу бағытын белгілейді және қағаз ораманың бір бөлігіне қосымша еншілес тізбекті штамптайды, содан кейін ол ата-аналық тізбекке жабыстырылады. Топ студенттері бірігіп модельдеу процесін жүргізеді. Аудиториядағы әрбір студент әрқайсысында ДНҚ-ның өз бөлігі бар еншілес жасушаны бейнелегенше модельдеу бірнеше циклді алады. ДНҚ репликация процесі басталған да, тізбектер тарқатылып *репликациялық аша* деп аталатын күрделі құрылым түзеді (4-сурет). Репликацияға арнайы ақуыздардан тұратын ферменттік жүйе қатысады. ДНҚ

молекуласының тізбектері бір-біріне антипаралель орналасады, және екі тізбектен тұрады. Бағыттаушы тізбек және артта қалушы тізбек. Артта қалушы тізбекте *Оказаки фрагменттері* деп аталатын ДНҚ-ның қысқа фрагменттері синтезделеді. ДНҚ –полимераза өздігінен синтез процесін бастай алмайды, оған 10-15 нуклеотидтен тұратын *РНҚ-праймер* керек. Ең бірінші іске кірісетін қос спиральді тарқататын фермент *Хеликаза*, ал спиральдің тарқатылуынан пайда болатын түйіндерді шешетін *Топоизомераза* ферменті. Сосын әр тізбекке қос спиральді болдырмау үшін *SSB* ақуыздары байланысады, және праймаза ақуызы *праймерлерді* синтездейді. Әрі қарай ДНҚ синтезін ДНҚ-полимераза ферменті іске асырады (4-сурет)(Берсімбай Р.І, 2014:65) [14].



3-сурет – ДНҚ штамптарының жиынтығы (А, Т, С, G ,U)



4-сурет – Репликациялық ашаның ДНҚ штамптарының көмегімен студенттер құрастырған моделі

Мутация процестерін модельдеу. Мутациялар ДНҚ репликациясының қателіктерінен немесе ДНҚ-мен әрекеттесетін және жеке нуклеотидтердің құрылымын өзгертетін химиялық заттар мен радиация сияқты мутагендердің деструктивті әсерінен пайда болады. Барлық жасушаларда ДНҚ түзету ферменттері бар, олар пайда болатын мутациялардың санын азайтуға тырысады (Берсімбай Р.І., 2015:400)[15]. Біздің әлемде ауру көбейіп келеді. Олардың көпшілігі” жасарады”, жаңалары ашылады. Бұл аурулардың бір бөлігі хромосома құрылымындағы әртүрлі өзгерістерге немесе олардың санының өзгеруіне байланысты. Барлық мутациялардың белгілі бір қасиеттері бар. Олар кенеттен пайда болады, тұқым қуалайды, пайдалы да, зиянды да болуы мүмкін және олардың пайда болуын болжау мүмкін емес. “Мутация” терминін ХХ ғасырдың басында г.Де Фриз енгізген. Мутациялардың пайда болу процесі мутагенез деп аталады. Мутацияның көптеген себептері бар. Индукцияланған, яғни арнайы әсерлерден пайда болған және спонтанды өздігінен пайда болған. Индукцияланған мутацияға: иондаушы сәулелену, химиялық заттар, температура факторлары, ал спонтанды мутацияға: қоршаған орта факторлары жатады. Мутация процесіне геномның қатысу дәрежесі бойынша мутациялар гендік, хромосомалық және геномдық болып бөлінеді. Мутациялардың бұл жіктелуі айырмашылықтарға негізделген гендер мен хромосомалардың құрылымы немесе геномдағы хромосомалар санының өзгеруі (Баранова А. К., 2019: 150) [16].

Нонсенс- мутация. Нәтижесінде қысқа, аяқталмаған ақуыз өнімі пайда болатын ДНҚ тізбегіндегі нүктелік мутация (5-сурет). Ақуыз түзілу кезінде ДНҚ (немесе РНҚ) нуклеотидтер тізбегі кодондар деп аталатын бірліктерде бір уақытта үш нуклеотидтен оқылады және әр кодон белгілі бір амин қышқылына немесе *Stop кодонға* сәйкес келеді. *Stop* кодондарын мағынасыз кодондар деп те атайды, өйткені олар амин қышқылын кодтамайды, керісінше ақуыз синтезінің аяқталғанын білдіреді. Осылайша, мағынасыз яғни нонсенс мутация ДНҚ тізбегіне мерзімінен бұрын мағынасыз немесе *Stop* кодон енгізілген кезде пайда болады. Мутацияланған реттілік ақуызға ауысқанда, алынған ақуыз толық емес және әдеттегіден қысқа болады. Демек, мағынасыз мутациялардың көпшілігі функционалды емес ақуыздарға әкеледі (Morais P.,2020:4394)[17].

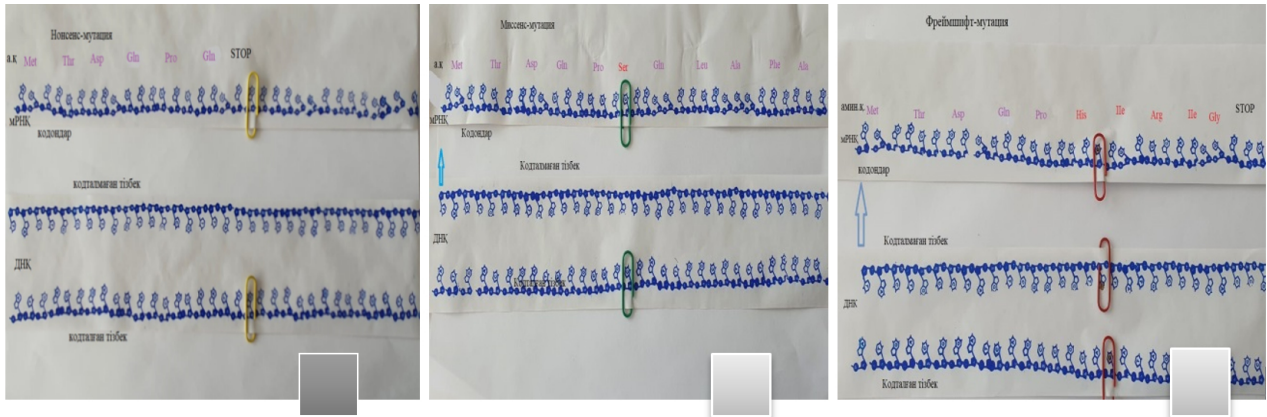
Миссенс-мутация. Миссенс мутациясы өздігінен немесе әртүрлі мутагендерден пайда болуы мүмкін. Мутагендерге ультракүлгін сәулелер мен химиялық молекулалар, физикалық агенттер, кейбір вирустар сияқты биологиялық агенттер жатады. Миссенс мутация -бір нуклеотидтегі нүктелік мутация нәтижесінде пайда болатын ақуыздағы бір аминқышқылының өзгеруі. Миссенс мутациялары алынған ақуыздың қызметін өзгертеді. Кейбір миссенс мутациялары жақсы да болуы мүмкін және ақуыздағы амин қышқылын оның қызметін өзгертпестен өзгерте алады (Dabboubi R. et al., 2020: 103874) [18].

Фреймишфт-мутация. Фреймді ауыстыру мутациясы үштік кодондардың әрқайсысы ақуызды құру үшін қолданылатын 20 түрлі аминқышқылдарының біріне сәйкес келеді, егер мутация осы қалыпты оқу шеңберін бұзса, онда мутациядан кейінгі гендердің барлық тізбегі дұрыс оқылмайды. Бұл ақуызға дұрыс емес аминқышқылдарының қосылуына және немесе ақуыздың өсуін тоқтататын кодонның пайда болуына әкелуі мүмкін. Осылайша, Фреймді ауыстыру мутациясы көбінесе ақуыздың бастапқы ақуызынан өзгеше болатын ақуыздың соңына кездейсоқ көрінетін аминқышқылдарының жаңа тізбегі қосылады, олар бұрын болған аминқышқылдарының тізбегіне ешқандай қатысы жоқ. Фреймді ауыстыру мутациясы Тай-Сакс ауруы сияқты ауыр генетикалық ауруларда көрінеді (Raes J.,2005:428-431) [19].

а) *Нонсенс мутация моделі.* Қағаз орамға нуклеотидті штамптармен басып шығарылған ДНҚ тізбегіне мерзімінен бұрын орналасқан **Stop** кадон сары қыстырғыштармен көрсетілген. Stop кодон аминқышқылын кодтамайды. Нәтижесінде толық емес ақуыз тізбегі пайда болады.

б) *Миссенс мутация моделі.* Қағаз орамға нуклеотидті штамптармен басып шығарылған ДНҚ тізбегі. Мутация пайда болған жер жасыл қыстырғышпен көрсетілген. Нуклеотидтердің бірі ДНҚ тізбегіндегі басқа нуклеотидпен ауыстырылады. Бұл амин қышқылының ақуыз тізбегіне дұрыс енгізілмеуіне әкеледі.

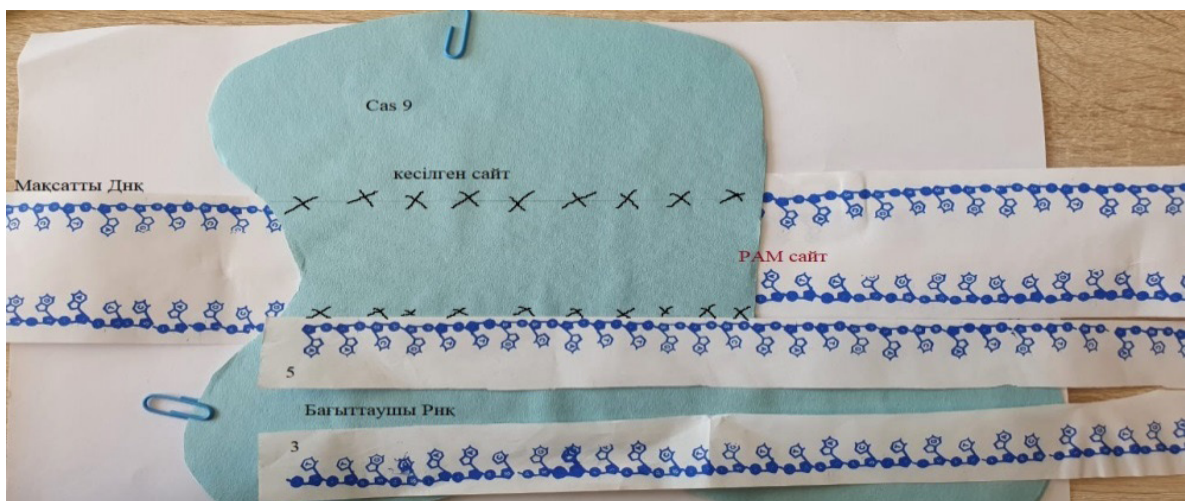
с) *Фреймишфт мутация моделі.* Қағаз орамға нуклеотидті штамптармен басып шығарылған ДНҚ тізбегі. Мутация пайда болған жер қызыл қыстырғышпен көрсетілген. Мутация нәтижесінде бұрын болған аминқышқылдарының тізбегіне қатысы жоқ бастапқы ақуызынан өзгеше аминқышқылдарының жаңа тізбегі қызыл шрифтімен көрсетілген.



5-сурет – а) Нонсенс мутация моделі б) Миссенс мутация моделі, с) Фреймшифт мутация моделі

CRISPR / Cas9 бұл екі негізгі компонентті қамтитын генді өңдеу технологиясы: қажетті мақсатты генге сәйкес келетін бағыттаушы РНҚ және Cas9 (*CRISPR*-мен байланысты ақуыз 9)–геномды өзгертуге мүмкіндік беретін қос тізбекті ДНҚ – ның үзілуін тудыратын эндонуклеаза (Redman M. et al., 2016:213-215) [20]. *CRISPR/Cas9* биология мен медицинада кең инновациялық қолданумен қуатты және әмбебап геномдық инженерия технологиясына айналды. *CRISPR/Cas9* қазіргі уақытта адамның генетикалық бұзылыстарын, қатерлі ісік және жұқпалы ауруларды зерттеуге және емдеуге көмектесетін әртүрлі зерттеу салаларында трансформациялық технология ретінде танылды *CRISPR/Cas9* жүйесінің шығу тегі бактериялардың ежелгі иммундық механизмінде

жатыр. Бактериялар әртүрлі жағдайларға ұшырайды және үнемі бактериофагтардың немесе мобильді генетикалық элементтердің басқа түрлерінің қатты шабуылына ұшырайды. *CRISPR/Cas9* бактериялар бөгде элементтердің шабуылдарын тойтару үшін жасаған әртүрлі қорғаныс механизмдерінің бірі (Charpentier E, 2015:363-365)[21]. *CRISPR/Cas9* гендерді ДНҚ-ны дәл кесу арқылы өңдейді, содан кейін табиғи ДНҚ-ны қалпына келтіру процесіне мүмкіндік береді. Жүйе екі бөліктен тұрады: Cas9 ферменті және бағыттаушы РНҚ. Cas9 ДНҚ фрагменттерін қосу немесе алып тастау үшін молекулалық қайшылар жұбы ретінде әрекет етеді (6-сурет). Бұл әдіс болашақта тұқым қуалайтын ауруларды емдеу үшін қолданылатын болады (Jiang F. et al., 2017:505-529) [22].



6-сурет – *CRISPR / Cas9* моделі. Қағаз кардоннан жасалған Cas9-дан туындаған қос тізбекті үзілістерді гомологиялық бағытталған жөндеу арқылы қалпына келтіруге болатыны. PAM сайтына қатысты мақсатты геномдық локустың реттілігі (5'-3'). Бағыттаушы РНҚ және ақуыз Cas9 құрастырудың көрінісі модельденген

Зерттеу нәтижелері және талқылау

Нәтижелер бойынша ДНҚ-штамтары жиынтығын қолдану студенттерді белсендіріп, ынтығасын арттыра түсті. Бұл зерттеу биология мамандығы студенттерінің 2 тобында жүргізілді. Әр топ жеке сабақтарда мутация түрлерін де, ДНҚ репликациясын да, CRISPR / Cas9 моделін модельдеуді жүргізді және бақылауға алынды. Бұл процестерді модельдеу үшін мұғалім студенттердің теориялық білімін шындап, оқулықтағы тиісті тармақтарды оқып, және де барлық процесті егжей-тегжей көрсететін қысқа бейне моделін жасау үшін штамптарды қолдануды сұрады. Модельдерді талдау бізге оқу процесінің бірнеше сипаттамаларын анықтауға мүмкіндік берді. Студенттердің көпшілігі тапсырманы орындауға қызығушылық танытып, белсенді қатысты және әрбір келесі қадамды талқылады.

Сабақ барысында мұғалім көмекші рөл атқарды, аудиторияны бақылап, сұрақтар қойып кері байланыс жасады (Fenicia F., 2008)[23].

Модельдеу әдісі студенттер тарапынан көптеген сұрақтар туғыза отырып түсініксіз болып келген процестерді, тікелей модельге айналдырды. Әр процесті модельдеуде де студенттер білімдерін шындап, дүниетанымдары кеңіп, шығармашылық қабілеттері арта түсті. Сондай-ақ, модельдеу әртүрлі қате түсініктерді ашты (Grospietsch F., 2018:120) [24]. Мысалы, кейбір студенттер бір кодон бір амин қышқылын кодтайды деп ойлады немесе репликация бастапқы кодоннан басталады деп түсінді. Бұл түсініктердің қате екенін генетикалық модельдеу арқылы түсінді. Әр сабақтың соңында студенттер модельдеу сабағы қаншалықты қызықты және тиімді болғанын анықтау үшін сауалнамалар алынды.

1-кесте – Студенттердің модельдеу сабағы бойынша алынған сауалнама нәтижелері

№№	Келесі мәлімдемелердің қайсысына келісесіз	Мүлде келіспеймін %	Келіспеймін %	Толық келісемін %	Келісемін %
11	Модельдеу сабағы ерекше қызықты	0	1	90	9
22	Модельдеу әдісімен сабақты көбірек өткенін қалаймын	1	1	91	7
33	Модельдеуде білмегенімді білемін	0	1	95	4
54	Модельдеу процестерін жасауда достарымызбен басқада тақырыптарды талқылаймыз	0	2	90	8
55	Модельді оқыту пайдалы екеніне күмәнім бар	63	37	0	0
66	Модельді оқытуда сабаққа алдын ала дайындалудың қажеттілігі жоқ.	56	40	1	3
77	Модельдеу арқылы берілген ақпаратты жақсы түсінемін және есте сақтаймын.	0	0	100	0
88	Модельді оқыту бос уақыттың шығыны	72	27	0	1

Сауалнама қорытындысы 1-кестеде сипатталғандай сабақ барысындағы зерттеу іс-әрекеттерінің тиімділігі бойынша: Модельдеу арқылы берілген ақпаратты жақсы түсінемін және есте сақтаймын 100 % студент келісетінін белгілеген; Модельдеуде білмегенімді білемін 95 %; Модельдеу процестерін жасауда топ студенттерімен басқада тақырыптарды талқылаймыз 90%; Модельдеу әдісімен сабақты көбірек өткенін қалаймын 91 %; Модельдеу сабағы ерекше қызықты 90 % келісетіндерін белгілеген. Мо-

дельдеу әдісі студенттердің қызығушылығын арттырады деп тұжырым жасауға болады. Сауалнама қорытындысы нәтижесі бойынша алынған студенттердің пікірі де тұжырымды растады. Оқу процесіндегі өзгерістер студенттердің өз бетінше креативті ойлауға итермелейтін жолмен әзірленді. Студенттер модельді оқытуда топпен жұмыс жасау, бірге талқылау олардың түсінуіне, есте сақтауына ықпал ететіндігіне келісті. Сондай-ақ, модельдеу жұмыстарын жасау еркіндігі ұнады, алайда уақыт жетіспеушілігіне

шағымданды. Сұхбат нәтижесінде студенттердің модельдеу арқылы оқытуға дайын екенін көрсетті.

Толығырақ түсінік қалыптастыру үшін студенттердің пікірлерінен үзінді келтірсек:

- «Осыған дейінгі дәстүрлі сабақ тек белгілі бір бағыттағы тапсырмамен өткізілетін. Ал модельдеу әдісі нәтижесінде біз ДНҚ-да жүретін процестердің қалай жүретінін түсіндік және көзбен көре көре алдық. Мен үшін пайдалы болды».

- «Бізге модельдеу әдісі нәтижесін де тапсырмаларды өз бетімізше еркін жүргізе алатынымызға және шығармашылықпен айналысу ұнады».

- «Бізге ДНҚ-да жүретін процестерді модельдеу өте қызықты болды, сабақ барысында берілген тапсырмаларды толықтай орындай алдық».

- «Топ студенттерімен сабақ барысында еркін пікір алмаса алдық. Және де ДНҚ репликациясы жайлы қойылған сұрақтарға жауап берер алдында жан-жақты ойлануды үйрендім».

- «Мен төмендегідей тұжырым жасаймын: ДНҚ-репликациясын, мутация түрлерін, CRISPR технологиясының маңызы жайлы ізденіс жұмыстарын жасауда жан-жақты ізденіп, көп жұмыс жасау кере екенін түсіндім».

ДНҚ штаптарын модельдеу сабағы нәтижесінде студенттердің білімін кеңейтуге, шешім қабылдау, тұжырымдау қабілеттіліктерін арттыруға, өз білімдерін жаңа жағдайға қолдануға, ғылымға деген жеке көзқарасын дамытуға, командамен жұмыс жасауды үйренді.

Қорытынды

Қорыта айтқанда, бұл зерттеуді жүргізудегі негіз – білім алушыларға генетикалық білім беру, зерттеушілік қабілеттерін, дағдыларын қалыптастырудың теориясын эксперименттік дәлелдеу. Бұл мақалада белсенді оқу әдісі модельдеуді қолдану арқылы студенттердің

зерттеу дағдыларын меңгеруінің мотивациялық факторлары зерттелді.

Жалпы модельдеу ұғымы бізге бұрыннан таныс. Қазіргі таңда білім алушылардың бойында зерттеу дағдыларын қалыптастыруда көптеген ғылыми зерттеулер жүргізілуде. Оқытуда ұйымдастырылған іс әрекет жақсы таңдалынып, студенттердің зерттеу дағдыларын дамытып, гипотезаларды дәлелдеп, идеяларды құрастыруға негізделеді. Білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда модельдеу әдісі студенттерді ынталандырады, шығармашылыққа шабыттандырады, берілген мәселені талқылауға мүмкіндік береді. Студенттер өз креативті зерттеу сфераларын кеңейтіп, ғылыми идеялармен байланыстырып, тұжырым жасай алады.

Оқыту бағдарламасын тиімді іске асыру мұғалімнің заманауи педагогикалық тәсілдерді жіті меңгеруін талап етеді. Практикалық жұмысты орындау арқылы студенттер танымдық ақпараттармен кеңінен танысып, модельдеу түріндегі оқыту формасының артықшылықтарына көз жеткізді. Нәтижесінде студенттермен оқытушылардың оқу бағдарламасы негізінде жоғары деңгейдегі сабақ өтуіне негіз болды. Сондай-ақ, студенттердің болашақта ғылыммен айналысып, білімдерін жалғастыруда, сапалы маман болып қалыптасуына қажетті дағдыларын дамытуға септігін тигізеді.

Модельдеу арқылы оқыту қызметінің нәтижелері:

- Сауалнама бойынша, модельдеу арқылы берілген ақпаратты жақсы түсінемін және есте сақтаймын 100 % студент келісетінін белгілеген;

- Модельдеуде білмегенімді білемін 95 % келісетінін белгілеген.

Қорыта айтқанда, ДНҚ штаптары арқылы модельдеу барлық білім алушылар үшін ДНҚ туралы сауатын арттырып, заманауи білімді қалыптастыруда кепілдік береді. Педагогтың біліктілігі мен студенттердің ынтасы нәтижесінде бұл тәсіл тиімділігін арттырды.

Әдебиеттер

1. Қазақстан Республикасы Премьер-Министрінің ресми ақпараттық ресурсы «Қазақстан-2050» Стратегиясы[Электронды ресурс]. – 2022. – URL:<https://primeminister.kz/kz/gosprogrammy/strategiya-kazahstan-2050> (Өтінім берілген күн: 10.10.2022)
2. Sabirova, E. G., & Zakirova, V. G. Formation of Pupils' Research Skills in Informational and Educational Environment of Elementary School // Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2015. №191. P. 1139-1142
3. Abdujalilova, S. A., & Qorayev, S. B. The role of pedagogical technologies in the formation of students' scientific outlook. European Journal of Molecular & Clinical Medicine. 2020. №7 (03). P. 4377-4384.

4. Лабутина М. В., Маскаева Т. А., Чегодаева Н. Д. Формирование познавательного интереса у старшеклассников при изучении основ генетики //Учебный эксперимент в образовании. – 2019. – №. 4. – С. 30-38.
5. Зеленский Г. Л. Возрождение генетики //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – №. 74. – С. 655-675.
6. Sadler, T. D., McKinney, L. Scientific Research for Undergraduate Students: A Review of the Literature // Journal of College Science Teaching. 2010. 39 (5),43-49.
7. McDonald, S., Songer, N. B. Enacting classroom inquiry: Theorizing teachers' conceptions of science teaching // Science Education, 2008. №92 (6). P. 973-993.
8. Burgh, G., & Nichols, K. The parallels between philosophical inquiry and scientific inquiry: Implications for science education // Educational Philosophy and Theory. 2012. №44 (10). P.1045-1059.
9. Krajcik, J., Marx, R., Blumenfeld, P., Soloway, E., Fishman, B. Inquiry Based Science Supported by Technology: Achievement among Urban Middle School Students // Reports – Research, 2000. 20.
10. Marbach-Ad, G., Rotbain, Y., & Stavvy, R. Using computer animation and illustration activities to improve high school students' achievement in molecular genetics // Journal of Research in Science Teaching. 2008. №45 (3). P.273-292.
11. Hestenes, D. Modeling methodology for physics teachers // American Institute of Physics. 1997. №399(1). P. 935-958
12. Clark, D. C., Mathis, P. M. Modeling mitosis & meiosis: A problem-solving activity // The American Biology Teacher. 2000. №62(3). P.204-206.
13. Harrison, A. G., Treagust, D. F. A typology of school science models // International journal of science education. 2000. №22 (9). P. 1011-1026.
14. Берсімбай Р.И. Молекулалық биология.– Astana: Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 2014. – 1056.
15. Берсімбай Р.И. Генетика. – Astana: Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 2015. – 400 б.
16. Баранова А. К., Джунь А. А., Баранникова А. Н. Виды мутаций крупного рогатого скота и аномалии, связанные с ними //Инновационные исследования: проблемы внедрения результатов. – №.1.– С. 150-154.
17. Morais P., Adachi H., Yu Y. T. Suppression of nonsense mutations by new emerging technologies //International Journal of Molecular Sciences. 2020. №21(12). -P. 4394.
18. Dabboubi, R., Amri, Y., Yahyaoui, S., Mahjoub, R., Sahli, C. A., Sahli, C., & Messaoud, T. A new case of congenital atransferrinemia with a novel splice site mutation: c. 293-63del // European Journal of Medical Genetics. 2020. №63(5). P. 103874.
19. Raes, J., Van de Peer, Y. Functional divergence of proteins through frameshift mutations // Trends in Genetics, 2005. № 21(8). P. 428-431.
20. Redman, M., King, A., Watson, C., & King, D. What is CRISPR/Cas9? // Archives of Disease in Childhood-Education and Practice. 2016. №101 (4). P. 213-215.
21. Charpentier, E. CRISPR-Cas9: how research on a bacterial RNA-guided mechanism opened new perspectives in biotechnology and biomedicine. EMBO molecular medicine. 2015. № 7 (4). P. 363-365.
23. Fenicia, F., McDonnell, J. J., Savenije, H. H. Learning from model improvement: On the contribution of complementary data to process understanding // Water Resources Research. 2008. № 44 (6). P.W06419.
24. Grospietsch, F., & Mayer, J. Professionalizing pre-service biology teachers' misconceptions about learning and the brain through conceptual change // Education Sciences. 2018. № 8 (3). P. 120.

References

- Abdujalilova, S. A., & Qorayev, S. B. (2020). The role of pedagogical technologies in the formation of students' scientific outlook. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, 7 (03), 4377-4384.
- Baranova, A. K., Dzhun', A. A., & Barannikova, A. N. (n.d.). *Vidy mutatsiy krupnogo rogatogo skota i anomalii, svyazannyye s nimi* [Types of mutations in cattle and associated anomalies]. *Innovative research: Problems of implementation of results*, (1), 150-154. (in Russian)
- Bersimbay, R. I. (2014). *Molekulyarlyq biologiya* [Molecular biology]. Astana: L.N. Gumilev Eurasian National University (in Kazakh)
- Bersimbay, R. I. (2015). *Genetika* [Genetics]. Astana: L.N. Gumilev Eurasian National University (in Kazakh)
- Burgh, G., & Nichols, K. (2012). The parallels between philosophical inquiry and scientific inquiry: Implications for science education. *Educational Philosophy and Theory*, 44 (10), 1045-1059.
- Charpentier, E. (2015). CRISPR-Cas9: how research on a bacterial RNA-guided mechanism opened new perspectives in biotechnology and biomedicine. *EMBO molecular medicine*, 7 (4), 363-365.
- Clark, D. C., & Mathis, P. M. (2000). Modeling mitosis & meiosis: A problem-solving activity. *The American Biology Teacher*, 62(3),204-206.
- Dabboubi, R., Amri, Y., Yahyaoui, S., Mahjoub, R., Sahli, C. A., Sahli, C., & Messaoud, T. (2020). A new case of congenital atransferrinemia with a novel splice site mutation: c. 293-63del. *European Journal of Medical Genetics*, 63(5), 103874.
- Fenicia, F., McDonnell, J. J., & Savenije, H. H. (2008). Learning from model improvement: On the contribution of complementary data to process understanding. *Water Resources Research*, 44 (6),W06419.
- Grospietsch, F., & Mayer, J. (2018). Professionalizing pre-service biology teachers' misconceptions about learning and the brain through conceptual change. *Education Sciences*, 8 (3), 120

- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International journal of science education*, 22 (9), 1011-1026.
- Hestenes, D. (1997). Modeling methodology for physics teachers. *American Institute of Physics*, 399(1), 935-958
- Krajcik, J., Marx, R., Blumenfeld, P., Soloway, E., & Fishman, B. (2000). Inquiry Based Science Supported by Technology: Achievement among Urban Middle School Students. *Reports – Research*, 20.
- Labutina, M. V., Maskayeva, T. A., & Chegodayeva, N. D. (2019). Formirovaniye poznatel'nogo interesa u starshklassnikov pri izuchenii osnov genetiki [Formation of cognitive interest in high school students when studying the basics of genetics]. *Educational experiment in education*, (4), 30-38. (in Russian)
- Marbach-Ad, G., Rotbain, Y., & Stavy, R. (2008). Using computer animation and illustration activities to improve high school students' achievement in molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 45 (3), 273-292.
- McDonald, S., & Songer, N. B. (2008). Enacting classroom inquiry: Theorizing teachers' conceptions of science teaching. *Science Education*, 92 (6), 973-993.
- Morais P., Adachi H., Yu Y. T. (2020). Suppression of nonsense mutations by new emerging technologies // *International Journal of Molecular Sciences*, 21(12), 4394.
- Qazaqstan Respublikasy Premier-Ministriniñ resmi aqparattyq resursy «Qazaqstan-2050» Strategiyasy [Official informational resources of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan «Kazakhstan-2050» Strategy] (2022). Primeminister. <https://primeminister.kz/kz/gosprogrammy/strategiya-kazahstan-2050> (in Kazakh)
- Raes, J., & Van de Peer, Y. (2005). Functional divergence of proteins through frameshift mutations. *Trends in Genetics*, 21(8), 428-431.
- Redman, M., King, A., Watson, C., & King, D. (2016). What is CRISPR/Cas9?. *Archives of Disease in Childhood-Education and Practice*, 101 (4), 213-215.
- Sabirova, E. G., & Zakirova, V. G. (2015). Formation of Pupils' Research Skills in Informational and Educational Environment of Elementary School. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 191, 1139-1142
- Sadler, T. D., & McKinney, L. (2010). Scientific Research for Undergraduate Students: A Review of the Literature. *Journal of College Science Teaching*, 39 (5), 43-49.
- Zelenskiy, G. L. (2011). Vozrozhdeniye genetiki [Revival of genetics]. *Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University*, (74), 655-675. (in Russian)