

Б.С. ЖОШИБЕКОВА^{1✉}, А.А. РАМАЗАНОВА², А.А. САРТАЕВА³,
Қ.А. ЖУМАГУЛОВА⁴

¹Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің PhD докторанты
(Қазақстан, Алматы қ.), e-mail: j.bagilash@mail.ru

²PhD, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті
(Қазақстан, Алматы қ.), e-mail: r.aliya_1989@mail.ru

³биология ғылымдарының кандидаты,

Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің қауымдастырылған профессоры м.а.
(Қазақстан, Алматы қ.), e-mail: Akmaral6671@gmail.com

⁴педагогика ғылымдарының кандидаты,

Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университетінің қауымдастырылған профессоры
(Қазақстан, Алматы қ.), e-mail: k.zhumagulova@abaiuniversity.edu.kz

ГЕНОТОКСИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРДІ ҚОЛДАНУ НЕГІЗІНДЕ ГЕНЕТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСІ

Аңдатпа. Зерттеу жұмысының мақсаты – білім алушыларға қоғамның маңызды мәселелерін байланыстыру арқылы генетикалық білімдерін дамыту. Генетикалық білім беруде зерттеулерге негізделген оқытудың интерактивті әдістері кеңінен қолданылады. Бұл өз кезегінде білім алушының пәнге қызығушылығы қаншалықты дәрежеде екенін анықтауға мүмкіндік береді. Генетиканы оқытуда зертханалық жұмыстың орны ерекше. Зертханалық жұмыс білім алушының ғылыми-зерттеу әдістерін қолдана отырып, ғылыммен айналысуына мүмкіндік беріп, қызығушылықты оятады. Заман талабына сай студенттер ғылыми модельдерді қолдануды, проблемаларды шешу үшін тиісті математикалық тәсілдер мен статистиканы есептеуді, сонымен қатар деректерді басқаруды және біріктіруді үйренуі керек. Генетиканың қоғам үшін маңыздылығын ескере отырып, авторлар бұл мақалада қазіргі өзекті проблема – генотоксиндерге тоқталуды жөн көреді. Генотоксикалықты анықтауға арналған тест жүйесінің бірі – Эймс тестін жасай отырып, генетиканы оқытудың ерекшеліктеріне назар аударады. Зертханалық тәжірибе білім алушыларға қоршаған әлемнің генотоксиндерден, әр түрлі факторлардан ластануы, мутация, тұқым қуалау процестеріне әсерін бақылауға және тәжірибе жүргізу арқылы қателіктерін түсінуге, алынған мәліметтерді түсіндіруге, дұрыс тұжырым жасауға көмектеседі. Осыған орай, білім алушылардың теориялық білімдерін практика түрінде шыңдау үшін: кумулятивті миға шабуыл, бір минуттық рефлексия интербелсенді әдістері қолданылды.

Кілт сөздер: генетикалық білім, генотоксика, мутация, Эймс тесті, Salmonella.

*Бізге дұрыс сілтеме жасаңыз:

Жошибекова Б.С., Рамазанова А.А., Сартаева А.А., Жумагулова Қ.А. Генотоксикалық зерттеулерді қолдану негізінде генетиканы оқыту әдісі // Ясауи университетінің хабаршысы. – 2022. – №4 (126). – Б. 362–374. <https://doi.org/10.47526/2022-4/2664-0686.31>

*Cite us correctly:

Joshibekova B.S., Ramazanova A.A., Sartaeva A.A., Jumagulova Q.A. Genotoksikalıyq zertteulerdi qoldanu negizinde genetikany oqytu adisi [A Method of Teaching Genetics Based on the Use of Genotoxic Studies] // Yasauı universitetinin habarshysy. – 2022. – №4 (126). – B. 362–374. <https://doi.org/10.47526/2022-4/2664-0686.31>

B.S. Zhoshibekova¹, A.A. Ramazanova², A.A. Sartayeva³, K.A. Zhumagulova⁴

¹*PhD Doctoral Student of Kazakh National Women's Teacher Training University
(Kazakhstan, Almaty), e-mail: j.bagilash@mail.ru*

²*PhD, Kazakh National Women's Teacher Training University
(Kazakhstan, Almaty), e-mail: r.aliya_1989@mail.ru*

³*Candidate of Biological Sciences, Acting Associate Professor
of the Kazakh National Women's Teacher Training University
(Kazakhstan, Almaty), e-mail: Akmaral6671@gmail.com*

⁴*Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of Abai Kazakh National Pedagogical University
(Kazakhstan, Almaty), e-mail: k.zhumagulova@abaiuniversity.edu.kz*

A Method of Teaching Genetics Based on the Use of Genotoxic Studies

Abstract. The purpose of this study is to give students the opportunity to develop their genetic knowledge, linking them with important problems of society. Interactive research-based teaching methods are widely used in genetic education. This allows you to determine the degree of interest of the student in the subject. A special place in teaching genetics is occupied by laboratory work. Laboratory work arouses interest, allowing students to engage in science using research methods. Modern students should learn how to use scientific models, calculate appropriate mathematical approaches and statistics to solve problems, as well as manage and integrate data. Given the importance of genetics for society, in this article authors decided to focus on hemotoxins, an urgent problem at the present time. Having developed the Ames test, one of the test systems for determining genotoxicity, authors focused on the features of teaching genetics. Laboratory experience helps students to control the influence of the surrounding world from hemotoxins, various factors on the processes of pollution, mutation, inheritance and, conducting the experiment, to understand mistakes, interpret the data obtained, draw the right conclusions. In this regard, interactive methods were used to consolidate the theoretical knowledge of students in the form of practice: cumulative brainstorming, minute reflection.

Keywords: genetic education, genotoxicity, mutation, Ames test, Salmonella.

Б.С. Жошибекова¹, А.А. Рамазанова², А.А. Сартаева³, К.А. Жумагулова⁴

¹*PhD докторант Казахского национального женского педагогического университета
(Казахстан, г. Алматы), e-mail: j.bagilash@mail.ru*

²*PhD, Казахский национальный женский педагогический университет
(Казахстан, г. Алматы), e-mail: r.aliya_1989@mail.ru*

³*кандидат биологических наук, и.о. ассоциированного профессора
Казахского национального женского педагогического университета
(Казахстан, г. Алматы), e-mail: Akmaral6671@gmail.com*

⁴*кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор
Казахского национального педагогического университета имени Абая
(Казахстан, г. Алматы), e-mail: k.zhumagulova@abaiuniversity.edu.kz*

Метод обучения генетике на основе использования генотоксических исследований

Аннотация. Цель этого исследования – дать обучающимся возможность развивать свои генетические знания, связывая их с важными проблемами общества. В генетическом образовании широко используются интерактивные методы обучения, основанные на исследованиях. Это позволяет определить степень заинтересованности обучающегося в предмете. Особое место в обучении генетике занимает лабораторная работа. Лабораторная работа пробуждает интерес, позволяя студентам заниматься наукой, используя методы научных исследований. Современные студенты должны научиться использовать научные

модели, вычислять соответствующие математические подходы и статистику для решения проблем, а также управлять и интегрировать данные. Учитывая важность генетики для общества, в этой статье авторы решили остановиться на генотоксинах, актуальной проблеме в настоящее время. Разработав тест Эймса, одну из тестовых систем для определения генотоксичности, авторы сосредоточились на особенностях обучения генетике. Лабораторный опыт помогает обучающимся контролировать влияние окружающего мира от генотоксинов, различных факторов на процессы загрязнения, мутации, наследования и, проводя опыт, понимать ошибки, интерпретировать полученные данные, делать правильные выводы. В этой связи, для закрепления теоретических знаний обучающихся в форме практики были использованы интерактивные методы: кумулятивный мозговой штурм, минутная рефлексия.

Ключевые слова: генетическое образование, генотоксичность, мутация, тест Эймса, Salmonella.

Кіріспе

Қазіргі таңда қоғамда генетиканың ролі өсіп, генетикалық білім беруде генетик мамандарды, сондай-ақ генетикадан сабақ беретін биология мұғалімдерін даярлау сапасына жаңа талаптар қойылуда. Генетика – биология ғылымының ең маңызды күрделі ұғымдардың бірі. Генетика – тұқым қуалаушылықты, белгілі бір гендердің ата-анадан ұрпаққа берілу процесін зерттейтін ғылым [1]. Генетика биологияның негізгі бөлігі болып табылады. Генетика биология білімі арқылы қолданылуы «генетикалық сауаттылықты» арттыруды талап етеді. Дегенмен, генетика студенттер үшін де, олардың мұғалімдері үшін де ең қиын тақырыптардың бірі болып табылады. Ғылыми білім берудегі зерттеушілер мен оқытушылар генетиканы қашан және қалай оқыту керек деген мәселені ұзақ уақыт бойы талқылап келеді. Генетикалық ұғымдар биологияның даму тарихында жинақталған, алайда генетиканың ғылым ретінде пайда болуы, негізгі заңдылықтарды ашқан 1865 жылы Грегор Мендель болды. 1900 жылы Л.Э. Корренс, Э. Чермак және Х. де Фриз будандастыруды зерттеу нәтижелерін жариялап, Мендельдің деректерін растады. Содан кейін генетика қарқынды дамып, ол бүкіл әлемдегі университеттерде зерттеле бастады. Тұқымқуалаушылық пен өзгергіштік заңдылықтарын білместен эволюциялық ілімнің, ботаниканың, биохимияның, зоологияның, физиологияның және басқа да биологиялық пәндердің дамуы мүмкін емес еді [2].

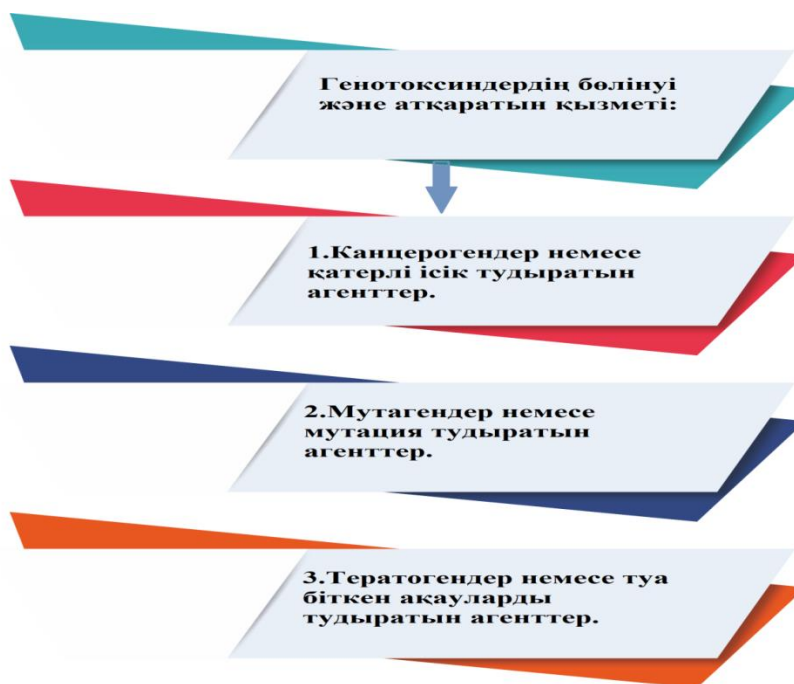
Біз генетиканы түсіну оңай емес екенін мойындаймыз, бірақ оның өзектілігі генетиканың мектеп биологиясында маңызды орын алуын талап етеді. Оқыту тәсіліндегі салыстырмалы түрде шамалы өзгерістер оқушылардың түсіну деңгейінің айтарлықтай жақсаруына әкелуі мүмкін деп есептейміз. Бұған мұғалімдердің, генетикалық терминологияны дұрыс қолдануы айтарлықтай ықпал етеді. Оқу саласы көптеген пәндерді қамтитындықтан, генетика мектепте жеке пән ретінде оқытылмайды. Мектепте генетика, әдетте, биология сабақтарында Мендельдің эксперименттері мен теорияларына кіріспе, Пеннет торларын қолдана отырып, есеп шығару және адамның қарапайым белгілерін, мысалы, көздің түсі мен гемофилия сияқты ауруларды қамтитын тұқым қуалаушылық бөлімі ретінде оқытылады. Білім алушылар сонымен қатар зертханалық әдістерді білуге мүмкіндік алады. Англияның ұлттық оқу бағдарламасына генетика негіздері кіреді, белгілі бір деңгейде студенттер генетиканың гендік инженерия сияқты заманауи қосымшалары туралы біле бастайды. Мемлекеттік және ұлттық бағдарламалар, емтихан мазмұны, мұғалімдердің біліктілігі генетиканы оқытудың саны мен сапасына әсер етуі мүмкін факторларға жатады [3].

Соңғы бірнеше онжылдықта генетика саласының ауқымы білімнің, технологияның дамуымен едәуір кеңейе түсті. Генетиканы оқыту қызықты, себебі күн сайын өмір сүру

сапасын жақсартуға көмектесетін жаңа жетістіктер пайда болып жатыр. Генетика мен генетикалық технологиялардың жетістіктері медицинада, ветеринарияда, микробиологияда, вирусологияда, ауыл шаруашылығы мен орман шаруашылығы салаларында кеңінен қолданылады. Әлемдік сарапшылардың болжамы бойынша 2030 жылға дейін пайда болатын болашақ мамандықтар генетикалық технологиялармен байланысты болады. Сондықтан да генетикалық және биологиялық білім берудің инновациялық моделін қалыптастырудың қажеттілігі туындап, мамандарды даярлауға жаңа талаптар қойылады [4]. Генетикалық білім беруде зерттеулерге негізделген белсенді оқыту және кері байланыс, оқытудың интерактивті әдістері кеңінен қолданылады. Американдық генетика қоғамы (GSA) генетиканы оқыту үшін «Mendelweb» және «Geneed» кіретін интернет-ресурстарды әзірледі [5]. XX ғасырдың соңғы жартысы генетика ғылымында ДНҚ молекуласының құрылымын ашудан, рекомбинантты енгізуден басталған жылдам қадамдармен ерекшеленді [6]. Мұғалімдер мен білім алушылар үшін генетиканы оқытудағы басты кедергі оқып, түсініп, сипаттасак, жеткілікті деп біржақты ойлауы. Генетикалық зертханалық жұмыстарды жүргізу мектепте маңызды, себебі эксперименттер апта тіпті айға созылуын қажет етеді, ал мектептегі күнтізбелік жоспар, оқу бағдарламалары уақыт кестесімен үйлеспейді [3]. Зертханалық сабақтар білім алушыларды оқытуда маңызды рөл атқара алады. Жаратылыстану бағытында білім берудегі зертханалық сабақтардың мақсаты білім алушыға тұжырымдамалық және теориялық білім алу арқылы ғылымның табиғатын түсінуді дамыту. Зертханалық жұмыс білім алушыға ғылыми зерттеу әдістерін қолдана отырып, ғылыммен айналысуға мүмкіндік беріп, қызығушылықты оятады [7]. Заман талабына сай білім алушыға ғылыми модельдерді қолдануды, проблемаларды шешу үшін тиісті математикалық тәсілдер мен статистиканы есептеуді, сонымен қатар деректерді басқаруды және біріктіруді үйренуі керек. Деректерді талдау білім алушыға білім алуының негізгі элементі болғанына қарамастан, соңғы зерттеулерде студенттердің эксперименттерді әзірлеуге, сондай-ақ алынған деректерді орындауға және талдауға қатысқан кезде білім сапасының артатындығы дәлелденді [8]. Генетиканың қоғам үшін маңыздылығын ескере отырып, сауалнамалар, ресми бағалаулар генетикалық зерттеулер мен тестілеудің нәтижелері, білім алушылардың генетиканың тұжырымдамаларын түсінуі әлі де төмен деңгейде екенін растады. Мысалы, генетикалық тестілеу, генотоксиндердің қоршаған ортаға, денсаулыққа әсері, мутация, гендерді, хромосомаларды, ДНҚ-ны ажырата алмауы генетикалық білімді дамыту керектігінің дәлелі. Сол себептен бұл мақалада қазіргі өзекті проблема генотоксиндерге тоқталуды жөн көрдік. Адамдағы мутацияны зерттеу генетикалық аурулардағы, туа біткен ақаулар мен қатерлі ісік ауруларындағы мутагендер мен канцерогендердің рөлін түсінуден туындайтын қатаң тұжырымдамаға негізделді. Мутация – соматикалық жасушада немесе жыныс жасушасында ДНҚ құрылымындағы тұқым қуалайтын өзгерістер.

Білім алушылар ең алдымен теориямен танысады. Генотоксиндер – бұл ДНҚ-ға немесе хромосомалық құрылымға зақым келтіретін, осылайша мутацияны тудыратын агенттер. Интерактивті тақтада генотоксиндер атқаратын қызметіне қарай: канцерогендер, мутагендер, тетрогендер болып бөлінетіндігі жайлы сурет көрсетіледі (1-сурет). Білім алушылар суретке қарап еркін түрде өз ойларын ортаға салып генотоксикологияға анықтама береді. Қоршаған ортаның ластануы қоғамның басты алаңдаушылығына айналды. Адамдар әртүрлі химиялық заттарды, әсіресе дәрі-дәрмектер, пестицидтер, тағамдық қоспалар және косметикалық өнімдерді қолданады. Генотоксикология – бұл химиялық және физикалық агенттердің тұқым қуалау процесіне жағымсыз әсерін зерттеу. Генотоксикалық заттарға – ДНҚ-ның құрылымдық тұтастығына, оның биологиялық экспрессиясының дәлдігіне де әсер ете алатын канцерогендер мен мутагендер жатады. ДНҚ-ның зақымдану реакциясы ауруды басқарудың жаңа жолдары ретінде қарастырылуда. Канцерогендердің көпшілігі ДНҚ-ны зақымдайды және мутация тудырады. Соматикалық жасушалардағы бұл зақым қатерлі ісік

ауруынан бастап әртүрлі ауруларға әкеледі, ал ұрық жасушасының зақымдануы тұқым қуалайтын ауруларды тудырады. Генотоксиндерді дәлірек анықтау және түсіну бізге осы генотоксикалық агенттердің ықтимал зақымдануының алдын алуға мүмкіндік береді. Генотоксикалықты мутагендікпен жиі шатастырылады, барлық мутагендер генотоксикалық, бірақ барлық генотоксикалық заттар мутагендік емес [9].



1-сурет - Генотоксиндердің бөлінуі және қызметі

Химиялық қосылыстардың мутагендік қауіптілігін адамдарда тікелей бағалау мүмкін еместігі осы қауіпті бағалаудың әртүрлі сынақ-жүйелерінің құрылуына әкелді. Қазіргі уақытта химиялық қосылыстардың генотоксикалығын эксперименттік бағалауға арналған 200-ге жуық сынақ жүйесі бар, олардың 20-ға жуық әдісі жақсы дамыған және кеңінен қолданылады [10]. Соңғы онжылдықта кеңінен қолданылатын генотоксикалық сынақтардың ішінде Эймс сынағы, ДНҚ-ның зақымдануын анықтауға мүмкіндік беретін гель электрофорез әдісі, микроядролық тест, *in vitro* және *in vivo* сүтқоректілер жасушаларында хромосомалық аберрациялар мен хроматидтік алмасуларды ескеретін цитогенетикалық сынақтар, кометалық талдау әдістері кеңінен қолданылады. Осының ішінде жетекші орынды Эймс сынағы алады (2-сурет).

Хромосомалық аберрация сынағы. Хромосомалық аберрация тестінің негізгі мақсаты хромосомалардың немесе хроматидтердің жыртылуын тудыратын улы заттарды, сондай-ақ қатерлі ісік этиологиясында және адамның әртүрлі генетикалық ауруларында рөл атқаратын транслокацияларды анықтайды. Ғалымдар оны Эймс тестіне қосымша әдіс ретінде қарастырады.

Микроядролық сынақ. Бұл хромосомалардың зақымдануын анықтау үшін жүргізілетін сынақ. Мутагенге ұшыраған кезде жасуша зақымдалуы мүмкін, ал бөлінген кезде негізгі ядроға қосымша кіші микроядралар түзеді. «Хауэлл–Джолли денелері» деп те аталатын микроядралар алғаш рет эритроциттердің цитоплазмасында анықталған. Микроядролық талдау анеуплоидияны анықтаудың жалғыз әдісі болып табылады.

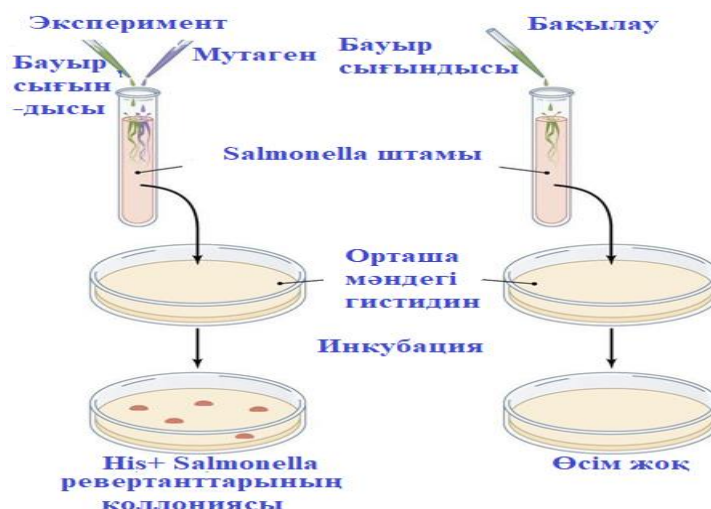
Кометалық талдау: Бұл талдау ДНҚ зақымдануын анықтау үшін генотоксикалық тестілеуде жиі қолданылатын әдістердің бірі болып табылады, оны Остлинг және Йохансон ұсынған. Ол ДНҚ-ның бастапқы зақымдануының кең спектрін анықтайды, оларды басқа

сынақтар анықтай алмайды. Бұл талдау тіндердің кең спектріне немесе кез келген арнайы жасуша түрлеріне қолданылуы мүмкін. ДНҚ зақымдануының төмен деңгейіне де сезімтал бола отырып, ол бір үлгі үшін аз ғана жасушаны қажет етеді және оны қысқа мерзімде аяқтауға болады. Қарапайымдылық, сезімталдық және талдаудың жоғары қабілеті үшін оны генотоксикалық зерттеулерде кеңінен қолданады.



2-сурет – Соңғы онжылдықта кеңінен қолданылатын генотоксикалық сынақтардың жиілігі (Turkez Н. «Genotoxicity testing», 2017)

Еншілес хроматидтердің алмасуы цитогенетикалық сынақтар. ДНҚ-репликациясы кезінде екі еншілес хроматидтердің жойылуын және бір-бірімен қайта қосылуын қамтиды, онда қайталанатын хромосомалардағы ата-аналық жіптердің бөліктері физикалық алмасады. Бұл консервативті және қатесіз процесс болып саналады, өйткені гомологиялық рекомбинацияның өзара алмасуы кезінде ешқандай ақпарат өзгермейді.



3-сурет – *Salmonella* штамдары үшін Эймс сынақ жүйесінің схемасы

Эймс сынағы. Брюс Эймс 1973 жылы кері мутацияның бактериалды талдау әдісін ұсынды, бұл әдістің мәні метаболизмнің активтенуі жағдайында немесе онсыз *Salmonella typhimurium* сынақ штамдарында базальқ жұптарды ауыстыру сияқты гендік мутацияны тудыратын қосылысты анықтағаннан кейін оны қайтарады және мутантты жасушаның гистидинді синтездеу қабілетін қалпына келтіреді. Бұл сынақта белгілі бактериялардың жасушалары аминқышқылдары болмаған кезде ата-аналық тест штаммының өсу қабілетімен анықталады [11]. Б. Эймс *Salmonella* гистидинді мутанттарының реверсиясын зерттеуді ұсынды, яғни олардың гистидинді синтездеу қабілетін қалпына келтіріп, әр түрлі мутагендердің әсерінен гистидинсіз ортада өсуді ұсынды. Тест салыстырмалы түрде қарапайым, гистидинде өскен *Salmonella* мутантын гистидинсіз қоректік ортаға себу жеткілікті (ол мұндай ортада табиғи түрде өспейді) және Петри тостағанының ортасына химиялық қосылыс қолданылады (3-сурет). Үш күннен кейін, егер ол генетикалық белсенділікке ие болса, қолданылатын заттың айналасында мутантты колониялардың яғни ревертанттардың пайда болуын көруге болады [12].

Зертханалық сабақтар білім алушыларға тек теориялық білім берудің орнына құзыреттілік пен зерттеу дағдыларды дамытып, көбірек білімді есте сақтауға көмектеседі. Білім алушылар зертханалық сабаққа белсенді қатысудың арқасында зерттелген материалды біледі, түсінеді және есте сақтайды. Бұл зертханалық сабақтың мақсаты биолог студенттерді Эймс тестімен таныстыра отырып зерттеу дағдыларын қалыптастыру.

Зерттеу әдістері

Зертханалық сабақтар білім алушылардың ғылыми сауаттылығын артыруға, нақты тұжырымдамаларды түсінуіне ықпал етеді. Білім алушылардың пәнге деген қызығушылығын арттыруда – педагогикалық әдіс-тәсілдерді жүйелі қолдана білу ұстаздың шеберлігін талап етеді. Білікті маман – білікті ұстаз аудиторияға кіргенде жинақталған білім көзін жан-жақты ақпараттармен жандандыра түседі. Осыған орай, зерттеу жұмысының мақсаты ретінде, генотоксикалықты анықтауға арналған тест жүйесінің бірі – Эймс тестін жасай отырып, генетиканы оқытудың ерекшеліктеріне назар аудардық. Зертханалық тәжірибе білім алушыларға қоршаған әлемнің генотоксиндерден, әр түрлі факторлардан ластануы, мутация, тұқым қуалау процесстеріне әсерін бақылауға және тәжірибе жүргізу арқылы қателіктерін түсінуге, алынған мәліметтерді түсіндіруге, дұрыс тұжырым жасауға көмектеседі. Сондай-ақ білім алушылардың мәселен ғылыми жабдықты, реактивтерді дұрыс қауіпсіз қолдану, дұрыс статистика жүргізу қабілеттері, яғни практикалық дағдыларын дамытады. Зертханалық тәжірибелердің нәтижесінде білім алушылар ғылымға қызығушылық танытып, қиын тапсырмаларды орындау барысында бір бірлерімен тығыз қарым-қатынас жасап, идеялармен бөлісіп және шығармашылық қабілеттерін дамытуға, үлес қосады. Зертханалық тәжірибе білім алушының ғылыми мәселелерді анықтайтын сұрақтар мен ұғымдарды анықтау қабілетіне ықпал етеді. Осыған орай, білім алушылардың теориялық білімдерін практика түрінде шындау үшін интербелсенді әдістер қолданылды Зерттеу сабағы Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің, 6B01509-биология білім беру бағдарламасының 3-курс студенттеріне «Генетика және селекция негіздері» пәні «Өзгергіштік» тарауы «Мутациялардың пайда болуы» тақырыбына жүргізілді. Жалпы қатысқан студент саны – 37.

Кумулятивті миға шабуыл әдісін пайдалана отырып, білім алушыларға проблемалық сұрақтарды екі үлкен постерге жазып, аудиторияның екі қабырғасына жабыстырылады. Білім алушылар екі топқа бөлініп, әр постердің тұсына барып ондағы мәселеге қатысты бірнеше идеяларды жазады, келесі топ постердегі идеяларды оқып, келісетін болса белгі қояды, келіспесе қарама-қарсы идеясын жазады. Осылайша әр топ постерде берілген идеяларды талдайды, бағалайды (1-кесте). Бұл ынтымақтастыққа жетелейтін әдіс білім алушылардың бір-бірлерінің идеяларын толықтыруға немесе сынауға ынталандыру арқылы білімдерін тереңдетуге көмектеседі [13].

1-кесте – Постердегі сұрақтар**Постердегі сұрақтар:**

- Сіздер қалай ойлайсыздар мутагенді заттардың барлығы генотоксикалық бола аладыма?
- Канцерогендер мен мутагендердің тұқымқуалау процесстеріне әсер ету механизмдерінің айырмашылықтары?
- Қазіргі таңда не себептен гендік, хромосомалық аурулар көбейген?
- Мутагендерді анықтауға арналған тест-жүйелер ерекшеліктері?
- Генотип пен факторлардың өзара әрекеттесуі нәтижесінде белгілердің қалыптасуы нені білдіреді?

Ғылыми-техникалық революцияның дамуы адамзатты ұзақ мерзімді және қайтымсыз өзгерістерге алып келді қоршаған ортаны қорғау: орман алқаптарын азайту, өзендер, теңіздер мен мұхиттар суларының ластануы, атмосфераның, топырақтың ластануы. Адамның экономикалық қызметінің бұл теріс салдары жаһандық болып табылады. Олар үлкен аумақтардағы экологиялық тепе-теңдікті бұзады және бүкіл биосфераға қауіп төндіреді, оның бір бөлігі-адамның өзі. Мутагендердің қоршаған ортаға кеңінен таралуы мутация жиілігінің жоғарылауына және адамзаттың генетикалық өзгерістеріне, ауру балалар санының өсуіне алып келетін күрделі мәселе. Сабақ соңында білім берумен қатар, білім алушылардың тақырыпқа қызығушылығын арттыру мақсатында білім алушылар арасында «Бір минуттық рефлексия» әдісі қолданылды. Білім алушыларға «Осы сабақта сен үшін ең маңызды үйренгенің не болды?», «Әлі де қандай мәселелер түсініксіз?», «Сабақты бір оймен қорытындыла», деген сұрақтарға жауап беруге бір минут уақыт беріледі. Бұл әдістің ерекшелігі білім алушыларға бір тұжырым немесе бір сұрақ арқылы білімін тереңдетуге мүмкіндік береді. Генетикалық білім беруде жоғарыда келтірілген педагогикалық әдістерді пайдалана отырып, Эймс сынағы арқылы генотоксика механизмдерінің жалпы адамзатқа тигізетін ықпалын оның алдын алу мүмкіндігін анықтап, зерттеу дағдыларын қалыптастыру біздің негізі мақсатымыз.

Зертханалық жұмыстың қысқаша сипаттамасы

Білім алушылар Эймс сынағын жасамас бұрын алдын-ала қоректік орта дайындап алады, ол үшін ерітілген агары бар колбаға 250 мл 4 еселенген тұзды ерітінді, 0,5–1 мл $MgSO_4$ ерітіндісін және 8 мл глюкоза қосып, араластырамыз да, 50–60°C-қа салқындағанға дейін стерильді Петри тостағаншасына 25 мл құямыз. Агар қатайғаннан кейін Петри тостағаншасының түбіне сынама нөмірлерін қоямыз, әрқайсысын үш реттен нөмірлейміз. Келесі кезекте пробиркаларға жартылай сұйық агары бар колбаны агар толығымен ерігенше қайнаған су ваннасында ұстаймыз. Содан кейін 10 мл гистидин және биотин ерітінділерін қосамыз. Қоспаны араластырып пробиркаларға 2,5 мл құямыз. Түтіктерді мақта-дәке тығындармен жауып, автоклавта стерильдеу керек.

Түнгі дақылды дайындау үшін алдын ала LB бульонға 20 мкг/мл ампициллин және 20 мкг/мл *Salmonella typhimurium* 98 қосып, бір түнге қарқынды араластырғыш шейкерге орналастырып, термостатқа 37°C температурада өсіріледі.

Мутагендер мен химиялық қосылыстардың ерітінділерін дайындаймыз. Заттың концентрациясы оның дозасынан 10 есе жоғары болуы керек, өйткені сынамаға 0,1 мл ерітінді енгізіледі. Су моншасында ерітілген жартылай сұйық ағары бар пробиркалардан тығындарды алу және су моншасынан пробиркаларды шығармай, әрқайсысына бақылау сынамалары үшін 0,1 мл H₂O немесе ДМСО (диметилсульфоксид), индикаторлық бактериялардың 0,1 мл суспензиясын; 0,5 мл МБҚ (Микросомальді белсендіруші қоспа) немесе 0,5 мл S9 қосу. Дайын болған пробиркадағы сұйықтықты екі алақанмен қозғалтып жылдам араластырамыз және Петри тостағаншасындағы дайын қоректік ортаның бетіне құямыз. Шыны тостағаншаны абайлап, бірақ тез шайқалуы арқылы жартылай сұйық ағардың жоғарғы қабатын бетіне біркелкі таралуын бақылаймыз, жоғарғы қабат ағардың бетіне таралғанға дейін қатып қалмауы керек. 20 минуттан кейін шыныаяқтарды төңкеріп, термостатқа 37°C-қа 40–48 сағатқа қоямыз. Инкубациядан кейін his⁺ (гистидиндік ген) ревертантты колонияларын есептейміз.

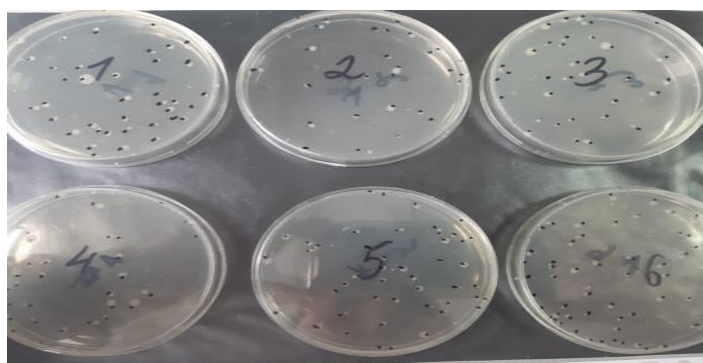
Зертханалық жұмыстың қысқаша қорытындысы

2-кесте – Екі бақылау жағдайының нәтижелері

№	Элементтер	Бактерия саны
1.	H ₂ O кері бақылау	200
2.	D ₂ O оң бақылау	223

Бақылауда спонтанды мутация кез-келген тақтайшада шамамен 80 ревертантты құрайды. Егер қандай да бір зат теріс бақылауда болатын екі есе көп ревертанттарды берсе, ол мутагендік болып саналады (2-кесте).

Осы сынамада алынған нәтижелерге келетін болсақ, элементтер оң және теріс бақылаумен белгіленген кері әсер етті, пластинада 20 ревертант пайда болды (4-сурет). Бұл талқылау үшін тамаша бастама болды! Білім алушылар теріс бақылауға қарағанда бактериялардың аз екенін қалай түсіндіре алды? Олар D₂O қасиеттермен байланыстыруға тырысып, жауап іздей бастады.

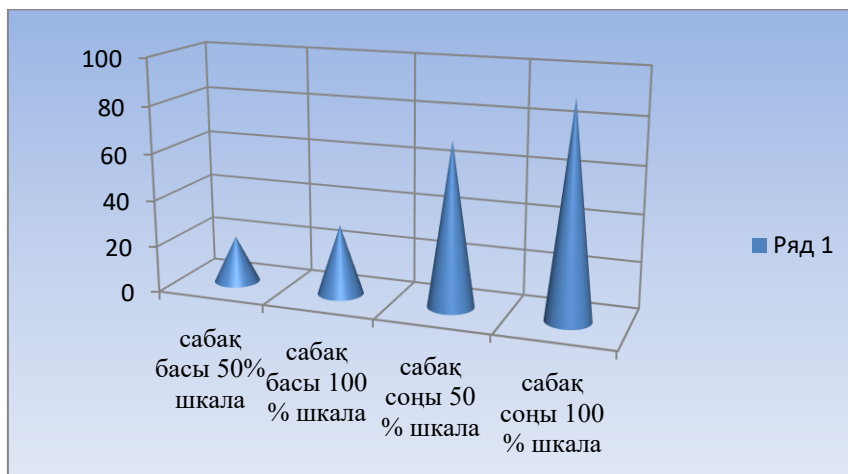


4-сурет – His⁺ ревертантты колониялар

Талдау мен нәтижелер

Зерттеу сабағының нәтижесі бойынша бұл зертханалық сабақ дәстүрлі зертханалық сабаққа қарағанда ерекшелігі білім алушылардың үш түрін аудиал, визуал, кинестетик студенттерді де қамтиды. Сабақта қолданылған тәсілдер білім алушылардың зерттеу дағдыларын дамытуға бағытталған, себебі зерттеу дағдылары білім беруде ғылыми сауаттылыққа қол жеткізуде маңызды болып табылатын, белгілі бір әлеуетке ие ең басты педагогикалық түсінік. Зертханалық сабақта проблемалық сұрақтарға негізделген кумулятивті миға шабуыл әдісі арқылы генетикалық уыттылықты анықтау, сабақта алған

білімдерін тұжырымдауда, гипотезаларды қалыптастыруда бір минуттық рефлексия әдістері жүргізілді. Нәтижесінде білім алушылардың пәнге қызығушылығы артып, оқу іс-әрекетін де белсенділік танытты.



5-сурет – Білім алушылардың зерттеу жұмысы бойынша алынған кумулятивті бағалау нәтижелері

Зерттеу нәтижелері бойынша білім алушылардың репродуктивті бағалау мен кумулятивті миға шабуыл әдісімен салыстырмалы түрде бағаланды. Бесінші суретте келтірілген мәліметтер бойынша соңғы нәтижелерді талдау барысында проблемалық сұрақтарға негізделген кумулятивті миға шабуыл әдісінің қорытындысын да білім алушылардың генетикалық ластануды зерттеу дағдылары қалыптасты. Білім алушылардың үлгерім пайызы 100 баллдық шкала бойынша бастапқы білімімен салыстырғанда 61%-ға дейін артты, ал 50 пайыздық жүйе бойынша бастапқыда студенттер 50% құраған болса, сабақ соңында 60%-ға жоғарылаған (5-сурет).

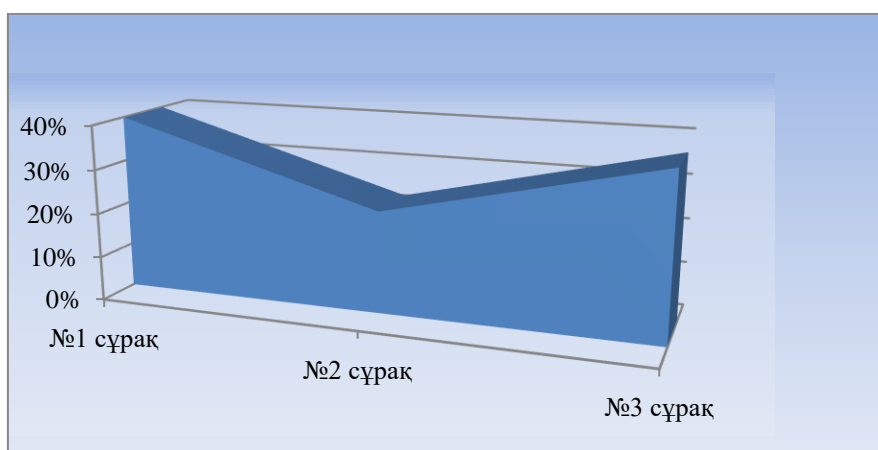
Білім алушылардың сабақтан алған әсерін репродуктивті сабақтармен салыстырғандағы пікірлерден үзінді:

- Репродуктивті зертханада тек белгілі бір жүйемен сабақ өткізіледі, ал арнайы зертханада ойымызды еркін жеткізіп, идеяларды талқылау арқылы бір-бірімізді тыңдауды, генетикалық уытты заттардың жұмыс жасау механизмдері жайлы білімімізді бөлісе алатын және тұжырым жасай алатын деректемен таныстық.

- Репродуктивті әдіске қарағанда белсенді сабақ арқылы сабақты ұғыну оңай әрі қызығырақ болды. Бізге геноуыттылық жайлы білу өте қызықты және маңызды, өйткені әр түрлі тұқымқуалаушылық аурулардың пайда болуының бірден бір себебі қорсаған ортаның ластануы.

- Мен канцерогендер мен мутагендердің ажырата білу үшін көп іздендім және оны достарыммен бірлесіп талқыладым, бұл өте қызықты болды.

Жоғарыда берілген алтыншы суреттегі мәліметте Бір минуттық рефлексия әдісі бойынша 100% білім алушы дұрыс тұжырым жасады. Білім алушыларға «Осы сабақта сен үшін ең маңызды үйренгенің не болды?» деген сауалға 40% өз ойларын дұрыс тұжырымдай білді. Әлі де қандай мәселелер түсініксіз?» деген сауалға 23% білім алушы дұрыс тұжырым берді. «Сабақты бір оймен қорытындыла» деген сауалға 37% студент дұрыс тұжырым жасады (6-сурет). Білім алушылар оқу жағдайындағы өзгерісті сезінді. Генетикалық білімді меңгеруде сауаттылық деңгейі артты. Білім алушылар зерттеуге негізделген зертханалық тәсілге дайын екендігін көрсетті.



6-сурет – Білім алушылардың зерттеу жұмысы бойынша алынған сауалнама нәтижелері

Қорытынды

Бұл зертханалық жұмыстың мақсаты – білім алушыларға генетикалық білімді толықтырып, генетикадан сауаттылық деңгейін арттыру. Зертханалық жұмыс жасау барысында білім алушылар генотоксикалық уытты заттардың жалпы қоршаған ортаға тигізетін әсерлері туралы алған білімдерін тұжырымдап, қажеттілік туындаған кезде қолдана алады. Сабақ барысында студенттер оқу процесінің артықшылықтарын ұғынып, мұғаліммен бірлесе отырып нәтижелі сабаққа қол жеткізді. Өртүрлі зерттеу жұмыстарының нәтижелерін салыстыру генетиканы зерттеу мен оқытудағы негізгі қиындықтарды және де оны қалай шешуге болатынын көрсетті. Педагогикалық тәжірибеде генетиканың кейбір тақырыптарына уақыт жетіспеушілігі көрінеді. Генетиканы күнделікті өмірмен қоғамда маңызы бар мәселелермен байланыстыра отырып сабақ өту студенттердің мотивациясын артуына алып келеді. Генетиканы оқыту әдістемесін де молекулалық, жасушалық, организмдік және популяциялық аспектілердің өзара байланыстыру күрделірек және де бұл генетиканы ұғынуда проблемалар туғызуы мүмкін. Ғылыми зерттеушілік тәсіл мен білім алушыларға бағытталған белсенді оқу қызметінің нәтижелері төмендегідей: Кумулятивті миға шабуыл әдісінің қорытындысын да білім алушылардың үлгерім пайызы 100 баллдық шкала бойынша бастапқы білімімен салыстырғанда 61%-ға дейін артты, ал 50 пайыздық жүйе бойынша бастапқыда студенттер 40% пайызды құраған болса, сабақ соңында 60%-ға жоғарылаған. Бір минуттық рефлексия әдісі бойынша 100% білім алушы дұрыс тұжырым жасады. Білім алушыларға «Осы сабақта сен үшін ең маңызды үйренгенің не болды?» деген сауалға 40% өз ойларын дұрыс тұжырымдай білді. Әлі де қандай мәселелер түсініксіз?» деген сауалға 23% білім алушы дұрыс тұжырым берді. «Сабақты бір оймен қорытындыла» деген сауалға 37% студент дұрыс тұжырым жасады.

Қорытындылай келе, генотоксикалық зерттеулермен генетиканы оқытуда білім алушылардың қызығушылығы артады деп тұжырым жасауға болады. Жоғарыдағы белсенді оқу қызметі бойынша алынған нәтижелер де осы тұжырымды растады. Зерттеу жұмысы олардың шығармашылық қабілеттерін дамыта отырып, алған білімдерін өз өмірімен қоршаған ортамен байланыстыруға мүмкіндік береді. Білім алушылардың көпшілігі сабақтың бұл форматы олардың оқуы мен түсінуіне ықпал ететіндігіне келісті, сонымен қатар, зерттеуге негізделген зертханалық тәсілге дайын екендігін көрсетті.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Etobro A.B., Banioko S.O. Misconceptions of genetics concepts among pre-service teachers // *Global Journal of Educational Research*. – 2017. – Vol. 16. – №2. – P. 121–128.
2. Зеленский Г.Л., Зеленская О.В. Десять лет, которые изменили биологический мир (к вопросу истории генетики) // *Научный журнал КубГАУ*. – 2010. – №63(09). – С. 226–232.
3. Radford A., Bird-Stewart J.A. Teaching genetics in schools // *Journal of Biological Education*. – 1982. – Vol. 16. – №3. – P. 177–180.
4. Иманкулова С.К., Кенжебаева З.С., Шалабаев К.И. Роль генетического образования как ключевого звена подготовки специалистов биологов // *Фундаментальные исследования*. – 2012. – №9-2. – С. 294–299.
5. Седых Т.А. и др. Современное генетическое образование: насколько оно отвечает запросам студентов? // *Высшее образование в России*. – 2022. – №3. – С. 124–139.
6. Chattopadhyay A. Understanding of mitosis and meiosis in higher secondary students of Northeast India and the implications for genetics education // *Education*. – 2012. – Vol. 2. – №3. – P. 41–47.
7. Ottander C., Grelsson G. Laboratory work: the teachers' perspective // *Journal of Biological Education*. – 2006. – Vol. 40. – №3. – P. 113–118.
8. Goodson-Greg N., Di Stasio E.A. The invention of the Ames test as a quantitative laboratory combining classical and molecular genetics // *Genetics*. – 2009. – Vol. 181. – №1. – P. 23–31.
9. Steiblen G., van Benthem J., Johnson G. Strategies in genotoxicology: acceptance of innovative scientific methods in a regulatory context and from an industrial perspective // *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*. – 2020. – Vol. 853. – P. 503171.
10. Абилев С., Глазер В. Мутагенез с основами генотоксикологии: учебное пособие. – М.: Нестор-История, 2015. – С.13–14.
11. Zeiger E. The Test that Changed the World: The Ames Test and Chemicals Regulation // *Mutation research / Genetic toxicology and ecological mutagenesis*. – 2019. – Vol. 841. – P. 43–48.
12. Колясникова Н.Л. Проблемы генетической безопасности: учебное пособие. – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2019. – 20 с.
13. Умираниева Б.К., Сапарбаева З.А. Сабактың тиімділігін арттыратын 370 әдіс+саралаудың 100 тәсілі: әдістемелік нұсқаулық. – Шымкент: «Нұрдана-LTD» баспасы, 2018. – 181 б.

REFERENCES

1. Etobro A.B., Banioko S.O. Misconceptions of genetics concepts among pre-service teachers // *Global Journal of Educational Research*. – 2017. – Vol. 16. – №2. – P. 121–128.
2. Zelenskiy G.L., Zelenskaia O.V. Desiat let, kotorye izmenili biologicheskiy mir (k voprosu istorii genetiki) [Ten years that changed the biological world (to the question of the history of genetics)] // *Nauchnyi jurnal KubGAU*. – 2010. – №63(09). – S. 226–232. [in Russian]
3. Radford A., Bird-Stewart J.A. Teaching genetics in schools // *Journal of Biological Education*. – 1982. – Vol. 16. – №3. – P. 177–180. [in English]
4. Imankulova S.K., Kenjebaeva Z.S., Shalabaev K.I. Rol geneticheskogo obrazovaniia kak kliuchevogo zvena podgotovki specialistov biologov [The role of genetic education as a key link in the training of biologists] // *Fundamentalnye issledovaniia*. – 2012. – №9-2. – S. 294–299. [in Kazakh]
5. Sedyh T.A. i dr. Sovremennoe geneticheskoe obrazovanie: naskolko ono otvechaet zaprosam studentov? [Modern genetic education: how much does it meet the needs of students?] // *Vysshee obrazovanie v Rossii*. – 2022. – №3. – S. 124–139. [in Russian]
6. Chattopadhyay A. Understanding of mitosis and meiosis in higher secondary students of Northeast India and the implications for genetics education // *Education*. – 2012. – Vol. 2. – №3. – P. 41–47
7. Ottander C., Grelsson G. Laboratory work: the teachers' perspective // *Journal of Biological Education*. – 2006. – Vol. 40. – №3. – P. 113–118.
8. Goodson-Greg N., Di Stasio E.A. The invention of the Ames test as a quantitative laboratory combining classical and molecular genetics // *Genetics*. – 2009. – Vol. 181. – №1. – P. 23–31.

9. Steiblen G., van Benthem J., Johnson G. Strategies in genotoxicology: acceptance of innovative scientific methods in a regulatory context and from an industrial perspective // Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis. – 2020. – Vol. 853. – P. 503171.
10. Abilev S., Glazer V. Mutagenez s osnovami genotoksikologii: uchebnoe pasobie [Mutagenesis with the basics of genotoxicology: textbook]. – M.: Nestor-Istoriia, 2015. – S.13–14. [in Russian]
11. Zeiger E. The Test that Changed the World: The Ames Test and Chemicals Regulation // Mutation research / Genetic toxicology and ecological mutagenesis. – 2019. – Vol. 841. – P. 43–48.
12. Koliashnikova N.L. Problemy geneticheskoi bezopasnosti: uchebnoe posobie [Problems of genetic safety: textbook]. – Perm: IPC «Prokrost», 2019. – 20 c. [in Russian]
13. Umiralieva B.K., Saparbaeva Z.A. Sabaqtyn tiimdiligini arttyratyn 370 adis+saralaudyn 100 tasili [370 methods that increase the effectiveness of classes+100 levels of differentiation]: adistemelik nusqaulyq. – Shymkent: «Nurdana-LTD» baspasy, 2018. – 181 b. [in Kazakh]