«Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті» КеАҚ

ӘОЖ:37.016:575(043) Қолжазба құқығында

**ЖОШИБЕКОВА БАГИЛА СЪЕЗБАЕВНА**

**Генетика курсын оқыту барысында білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру**

8D01504 - Биология

Философия докторы (PhD)

дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Ғылыми кеңесшілері

б.ғ.к.,қауымд.проф.

м.а. Сартаева А.А.

п.ғ.к.,қауымд. проф.

Жумагулова К.А.

Шетелдік ғылыми кеңесші

б.ғ.д., проф. Абилев С.К.

Н.И. Вавилов ат.

Жалпы генетика институты

Қазақстан Республикасы

Алматы, 2024

**МАЗМҰНЫ**

|  |  |
| --- | --- |
| **НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР** | 3 |
| **АНЫҚТАМАЛАР** | 4 |
| **БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР** | 6 |
| **КІРІСПЕ** | 7 |
| **1 ГЕНЕТИКА КУРСЫН ОҚЫТУ БАРЫСЫНДА БІЛІМ АЛУШЫЛАРДЫҢ ЗЕРТТЕУ ДАҒДЫЛАРЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ** | 13 |
| 1.1 Генетика курсының білім беру жүйесінде алатын орны мен маңызы | 13 |
| 1.2 Генетикалық білім беруде қоршаған орта факторларының геноуыттылығын зерттеуде бактериялық биосенсорларды қолдану | 19 |
| 1.3 Генетикадан білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда Lux-биосенсор ретінде Escherichia coli бактерияларының жасушалары мен амфипод тіндеріндегі геноуыттылықты зерттеудің әдістері мен маңызы | 25 |
| 1.4 Генетика курсын оқыту барысында білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың құрылымдық-мазмұндық моделі | **32** |
| Бірінші бөлім бойынша тұжырым | 59 |
| **2 ГЕНЕТИКА КУРСЫН ОҚЫТУ БАРЫСЫНДА БІЛІМ АЛУШЫЛАРДЫҢ ЗЕРТТЕУ ДАҒДЫЛАРЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ӘДІСТЕМЕСІ** | 60 |
| 2.1 Білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда lux-биосенсор ретінде Escherichia coli бактерияларымен амфипод тіндеріндегі геноуыттылықты зерттеу нәтижелерін талдау | 60 |
| 2.2 Білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда модельдеу және TPACK негізіндегі STEM әдістерімен генетиканы оқыту | 82 |
| 2.3 Тәжірибелік-эксперименттік зерттеу жұмысы және оның нәтижелері | 91 |
| 2.4 Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудағы тәжірибелік-эксперименттік жұмыс нәтижелерін бағалау | 99 |
| Екінші бөлім бойынша тұжырым | 117 |
| **ҚОРЫТЫНДЫ** | 119 |
| **ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ** | 121 |
| **ҚОСЫМШАЛАР** | 137 |

**НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР**

Бұл диссертациялық жұмыста келесі нормативтік құжаттарға сәйкес сілтемелер қолданылған:

Қазақстан Республикасының «Білім туралы» заңы 2007 жыл 27 шілде (өзгерістер мен толықтырулар 2011 ж.).

Қазақстан Республикасының «Ғылым туралы» Заңы (2011ж.).

Қазақстан Республикасы Президенті Н.Ә. Назарбаевтың ««Қазақстан - 2050» стратегиясы қалыптасқан мемлекеттің жаңа саяси бағыты» атты Қазақстан халқына Жолдауы. 14. 12. 2012 ж

Қазақстан Республикасы Президенті Н.Ә. Назарбаевтың «100 нaқты қaдaм» бaғдapлaмacы. 20.05. 2015 ж.

Қазақстан Республикасында білім беруді және ғылымды дамытудың 2016 - 2019 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы, №205 Жарлық. Астана, 01.03.2016 ж.

Қазақстан Республикасы бірінші Президенті Н.Ә. Назарбаевтың «Қазақстанның үшінші жаңғыруы: жаһандық бәсекеге қабілеттілік» атты Қазақстан халқына Жолдауы. 31.01.2017 ж.

Қазақстан Республикасының 2025 жылға дейінгі стратегиялық даму жоспары Қазақстан Республикасы Президентінің № 636 жарлығымен бекітілген 15.02.2018ж.

Қазақстан Республикасының Президенті Қ.Тоқаевтың «Тамыз конференциясында» айтылған ұсыныстар мен тапсырмалары. 19.08.2019ж.

Қазақстан Республикасының Президенті Қ. Тоқаевтың «Халық бірлігі және жүйелі реформалар – ел өркендеуінің берік негізі» атты Қазақстан халқына Жолдауы. – Нұр - Сұлтан, 01.09. 2021 ж.

«Қазақстан Республикасының мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандарты. Жоғары білім. Бакалавриат. Негізгі ережелер»(2021ж.).

2021-2025 жылдарға арналған Қазақстан Республикасы Үкіметінің № 726 қаулысымен бекітілген, "Білімді ұлт" сапалы білім беру" ұлттық [жобасы](https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2100000726#z11) 12.10.2021ж.

2021-2025 жылдарға арналған Қазақстан Республикасы Үкіметінің № 727 қаулысымен бекітілген, «Цифрландыру, ғылым және инновация есебінен технологиялық серпіліс» 12.10.2021 ж.

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрінің 2022 жылғы 24 наурыздағы №104 бұйрығы.

Қазақстан республикасының заңы Білім туралы (Берілген өзгерістер мен толықтырулар) 2024.01.01. <http://15.alschool.kz/otkrytyj-organ/gosuslugi/2426-azastan-respublikasyny-zay-blm-turaly-20240101-berlgenzgerster-men-tolytyrularymen.html>

**АНЫҚТАМАЛАР**

Бұл диссертациялық жұмыста келесі анықтамаларға сәйкес сілтемелер қолданылған:

**АКТ құзыреттілігі** - студенттердің сандық технологияларды, байланыс құралдарын және ақпаратқа қол жеткізу, оны басқару, біріктіру және оқу және т.б. міндеттерді шешуді бағалау үшін желілерді сенімді меңгеруі.

**9-аминоакридин-**клиникалық түрде антисептик ретінде, эксперименталды түрде мутаген, ретінде қолданылатын синтетикалық бояғыш.

**Әдістеме -** оқу үдерісінде пайдаланатын әдістер жиынтығы және білім беру ұстанымдарын зерттеу саласы.

**Биологиялық білім-**студенттердің биология ғылымының жүйесіндегі ұғымдарының, деректері мен пайымдауларының жиынтығы. Биологиялық білімдер тіршілік туралы білім тобын қамтиды, олардың зерттеу объектілері клетка мен клеткадан пайда болған барлық ағзалар.

**Биолог маман** - тірі организмдердің даму заңдылықтары мен жалпы құрамын организмдер көптүрлілігін зерттеуші. Ол материал негізінде зерттеу жасап, сынақ жүргізе отырып, алынған нәтижелердің практикада қолдануын ұйымдастыратын тұлға.

**Генетика-**бүкіл тірі [ағзаларға](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D2%93%D0%B7%D0%B0) тән тұқым қуалаушылық пен өзгергіштікті зерттейтін [биология](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F) ғылымының бір саласы.

**Генотоксиндер** – бұл ДНҚ-ға немесе хромосомалық құрылымға зақым келтіретін, осылайша мутацияны тудыратын агенттер.

**Ген экспрециясы**- ДНҚ молекуласындағы нуклеотидтер тізбегіндегі генетикалық информацияны жүзеге асыру.

**Диоксидин-** бактерияға қарсы және бактерицидтік әсердің кең спектрі бар дәрілік зат.

**ДНҚ Репарациясы - т**ірі ағзаларда мутагендік факторлардың әсеріне байланысты ДНК молекуласында пайда болған бұзылуларды қайта қалпына келтіру процесі.

**Зерттеу дағдысы-** белгілі бір тақырыпқа қатысты ақпаратты іздеу, табу, алу, жүйелеу, бағалау және пайдалану немесе ұсыну қабілетін білдіреді.

**Зерттеу нәтижесі** - белгілі бір саладағы ұғымдар жүйесінде көрінетін объективті білім.

**Креативті матрица-** бұл әр ұяшық екі түрлі категорияның қиылысы болатын тор. Бұл көптеген идеяларды қалыптастыру, тақырыптар қиылысатын жерде жаңа шешімдер табу және дәстүрлі ойлаудан алшақтау үшін миға шабуыл жасау тәсілі.

**Кумулятивті миға шабуыл** -сұрақ қою, проблеманы зерттеу арқылы білім алушылардың ой өрісін дамытатын педагогикалық әдіс.

**Модeль** - (лат. modulus - өлшем) сөзiнің тікелей aудaрмасы «шaмa», «үлгi» дeгeн мaғынaны білдіредi.

**Мутация-** бұл ДНҚ тізбегінің өзгеруі, ағзаның белгілері мен қасиеттері тұқым қуалайтын өзгергіштікке ұшырайды.

**8-метоксипсорален -** фурокумариндерге жататын дәрілік препарат. Псориазды емдеуде PUVA терапиясы үшін қолданылады. Мутаген.

**Педагогикалық жүйе** – белгілі бір қабілеті бар дара тұлғаны қалыптастыруға бағытталған педагогикалық әсерді ұйымдастыруға қажет құралдар, әдістер мен тәсілдердің өзара байланысқан бірлігі.

**Штамп-**(мөр) материалды қысыммен пластикалық деформациялау (штампылау) арқылы өңдеуге арналған құрал.

**Эймс тест-** (ағылш. Ames test) - химиялық қосылыстардың мутагендік потенциалын бағалауға арналған. Сынақтағы оң нәтиже химиялық заттың канцерогендік қасиеттерге ие болуы мүмкін екенін көрсетеді.

**Эпилхлоргидрин-** органикалық зат, пропилен оксидінің хлор туындысы, өте улы, ирритант.

**SPTC**- Жаңа ұғым (Science Pedagogical Technology Content) Ғылым Педагогика Технология Мазмұны.

**STEM интеграциясы -** ғылым, технология, инженерия және математика сияқты пәндер арасындағы функционалдық байланысты нақты көрсету үшін интеграцияланған білім беру бағыты.

**TPACK-** Технологиялық педагогикалық мазмұн туралы білім жүйесі (TPACK) мұғалімдерге технологияны оқытуға интеграциялау үшін қажет білім түрлерін сипаттайды.

**Lux-биосенсорлар** люминесцентті бактерияның LUX-оперонымен рекомбинантты плазмиданы тасымалдайтын *E. coli* MG1655 штамдары.

**LearnApps -** білімді тексеру үшін интерактивті жаттығулар жасауға мүмкіндік беретін тегін онлайн платформа

**Microsoft Forms-** бұл бірнеше минут ішінде сауалнамалар мен тесттер құруға және оларға жауап беруге мүмкіндік береді нақты уақыт режимінде нәтижелерді тексеруге арналған қосымша.

**Geniventure**-бұл виртуалды айдаһарларды құрастыру арқылы генетика мен тұқым қуалаушылықты үйренетін тегін онлайн цифрлық ойын.

**Quizizz-** бұл білім алушыларды бағалаудың интернеттегі құралы. Мұнда мұғалім өз тапсырмаларын құрастырып, оларды өңдей алады.

**БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР**

АКТ – Ақпараттық – коммуникациялық технология

АҚШ –Америка Құрама Штаттары

БТ – Бақылау топ

ДНҚ – Дезоксирибонуклеин қышқылы

ЕЭДҰ - Еуропа экономикалық ынтымақтастық және даму ұйымы

ЖББ - Жалпы білім беру бағдарламалары

ЖОО – Жоғары оқу орны

ҚР - Қазақстан Республикасы

ҚР МЖМБС – Қазақстан Республикасы мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандарты

ҚР ҒЖБМ - Қазақстан Республикасы ғылым жоғары білім министрлігі

НЗМ - Назарбаев Зияткерлік мектебі

8МОП– 8 метоксипсорален

ММС-метилметансульфонат

РНҚ – Рибонуклеин қышқылы

ЭХГ-Эпилхлоргидрин

ЭТ - Эксперименттік топ

ЮНЕСКО (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

- UNESCO) - Біріккен ұлттар ұйымының білім, ғылым және мәдениет жөніндегі ұйымы.

STEM – (Science, Technology, Engineering and Mathematics) Ғылым, технология, инженерия және математика сияқты пәндер арасындағы функционалдық байланысты нақты көрсету үшін интеграцияланған білім беру бағыты.

SOS- жауап- жасушаның [бактериалды](https://kk.encyclopedia.kz/index.php?title=%D0%91%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%8F&action=edit&redlink=1) зақымдануына жауап ретінде ақуыздардың экспрессиясын индукциялау арқылы жасушаішілік процестерді басқаратын гендер тобын белсендендіреді.

TPACK – **(**Technological Pedagogical Content Knowledge) -білімнің үш түрі біріктірілген -технологиялық, педагогикалық және мазмұнды білім.

CRISPR – топтастырылған, үнемі ауысатын қысқа палиндромды

E.coli -  Escherichia coli

GenBank – NCBI генетикалық мәліметтер базасы.

GBL- (Game-based learning) Ойынға негізделген оқыту-бұл оқушылардың үлгерімін жақсарту үшін ойындарды қолданатын белсенді оқыту әдісі

PISA – (Program for International Student Assessment) Халықаралық студенттерді бағалау бағдарламасы

PBL- (problem-based learning ) Проблемаға негізделген оқыту.

**КІРІСПЕ**

**Зерттеу тақырыбының өзектілігі.** Президентіміз Қ.Тоқаев «Қазір жаһандану дәуірінде жаңа технологияның қарқынды дамуы өмірімізге түбегейлі өзгеріс әкеледі. Сапалы білім қарқынды дамудың басты шартына айналды. Соны түсінетін жастарымыз тек біліммен қаруланып, еңбекке ғана арқа сүйеуі тиіс. Біз қазіргі заманның жаңаша талаптары мен үрдістеріне әрқашан сай болуымыз керек»,- дей келе Қазақстанның дамыған ел қатарына қосылуының кілті сапалы, қолжетімді және заманауи білімде екенін атап өтті. Ғылыми білім студенттерді кез келген білім беру жүйесіне дайындауда маңызды рөл атқарады, өйткені 21 ғасырда ғылыми сауаттылық барлық адамдар үшін тең мүмкіндіктердің қажеттілігіне айналды.

Қазіргі таңда биология ғылымдарының ішінде генетика саласына көптеген инновациялық технологиялар кіріктіріліп, жоғары деңгейде қарқынды дамуда. Генетика мен технологияның байланысқан қолданбалы бағытын негізге ала отырып, өтілетін дәрістердің, зертханалық жұмыстардың ғылымилық сапасы мен әдістемесіне жаңа көзқараспен қарау өзекті болып саналады.

Генетикалық сауаттылыққа қол жеткізуде зерттеу дағдыларын дамыту — білім беру саласындағы қосымша зерттеулер қажет екенін көрсетеді. Зерттеу дағдылары — бұл ғылыми әдістерді қолдану, деректерді жинау, талдау және интерпретациялау қабілеті. Генетика саласында бұл дағдыларды дамыту тек теориялық біліммен шектелмейді, ол практикалық жұмыстар мен эксперименттерді заманауи әдістермен жүргізу арқылы жүзеге асады. Зерттеу дағдылары білім алушыларға ғылыми зерттеулер жүргізу, аналитикалық ойлау және проблемаларды шешу қабілеттерін дамытуға көмектеседі.

Бүгінгі таңда, генетика дамушы елдерде әлеуметтік, экономикалық және экологиялық мәселелерді шешуде маңызды болып табылады. Осыған байланысты, мемлекет басшымыз Қ.Тоқаевтың 2021 жылғы 1 қыркүйектегі Қазақстан халқына «Халық бірлігі және жүйелі реформалар – ел өркендеуінің берік негізі» атты Жолдауында «Ғылымды дамыту – біздің аса маңызды басымдығымыз. Бұл – уақыт талабына сай болумен қатар, әрқашан бір адым алда жүріп, тың жаңалықтар ұсына білу деген сөз»-деп, атап өтті. Яғни, ғылым мен білімнің өзара тығыз байланысы жаңа білімнің жинақталуының негізгі көзі ретінде зерттеу дағдыларын дамытуды талап етіп отыр.

Ғылыми- педагогикалық әдебиеттерге жүргізген талдаулар нәтижесі негізінде зерттеушілік дағдыларды қалыптастыруға бағытталған мәселелер бойынша зерттеу жұмыстары қарқынды жүріп жатқанын көрсетті.

Халықаралық ғылыми- әдістемелік зерттеулерде Дж. Дьюи [1-3], К. Робинсон [4], Д. Колб [5], Б. Блум [6], М. Фулан [7], Л.С. Выготский [8], А. Давыдов [9], Ю.К. Бабанский [10], Н.Н. Скаткин [11], Б. Альбертс[12], Б.Эллисон [13], М. Муртонен [14], Ю.Д. Белоусова [15], Н.Л. Марголина [16], Н.В. Любомирскаяның [17] еңбектерін де көрініс тапқан.

Биологиялық білім беру үдерісінде генетиканы оқытуда зерттеу дағдыларын қалыптастыруды зерттеген шетелдік ғалымдар: Т.Б. Короткова [18], Н.З. Смирнова [19], Д.К. Куксина [20], М.А. Магомедова [21], А.С. Яицкий [22], В.П. Слепцова [23], Н.Н. Чаадаева [24], Т.М. Ефимова [25], А. Теремов [26], В.Н. Давыдов [27], А.Е.Трубачева [28], С.Е. Тимощенконың [29] ғылыми-әдістемелік еңбектерін де көрініс тапқан.

Биологиялық білім беру үдерісінде зерттеу дағдыларын қалыптастырудың әдістемелік жүйесін зерттеген отандық ғалымдар: К.Б. Сагадиева [30], М.Маратқызы [31], А.А. Рамазанова [32], М.Б. Аманбаева [33], К.М. Токпаев [34], А.М. Нурдильдинова [35], А.М. Бостанованың [36] еңбектерін атап айтуға болады.

ЖОО білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда әр түрлі ғылыми зерттеу салалары бойынша белсенді жұмыстар жеткілікті болғанымен, жоғарыдағы еңбектерді негізге ала отырып, төмендегідей қарама- қайшылықтар байқалды:

* Білім алушылардың генетикадан сауаттылық деңгейі мен біліктілігін арттыру және кәсіби даярлауда оқыту әдістемесін толықтырудың қажеттілігі;
* Генетикадан ғылыми-зерттеу жұмыстарында жаңашыл әдістерді қолданудың жеткіліксіздігі;
* Білім алушылардың генетика пәнінен цифрлық білім беру ресурстарын, STEM әдісін қолдану және зерттеу дағдыларын толық меңгермегендігі байқалды;

Аталған қарама-қайшылықтардың дұpыc шeшiмiн іздестіру, мәселені анықтау және білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруға қойылып отырған қазіргі білім беру жүйесіндегі талаптар, біздің зерттеу жұмысымыздың өзектілігін айқындады және бiзгe тaқыpыпты: «**Генетика курсын оқыту барысында білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру»** дeп таңдап алуымызға негіз болды.

**Зерттеу мақсаты:** Генетикадан білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда Lux-биосенсор ретінде Escherichia coli бактерияларын қоршаған ортаның геноуыттылығын анықтауда қолдану және зерттеу, нәтижелерін ғылыми- әдістемелік тұрғыдан негіздеу, оқыту әдістемесінің тиімділігін тәжірибе жүзінде анықтау және оқу үдерісіне енгізу.

**Зерттеудің нысаны:** биолог білім алушылардың оқу үдерісі.

**Зерттеу пәні:** генетикалық әдістер негізінде білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру әдістемесі.

**Зерттеудің ғылыми болжамы:** егер, генетиканы оқытуда студенттердің зерттеу дағдыларын қалыптастырудың теориялық, ғылыми- әдістемелік негіздері айқындалып, оның әдістемелік жүйесін білім беру процесінде қолданудың ғылыми тұрғыдан тиімділігі анықталса, оқытудың жаңа әдістері мазмұны жағынан кеңейе түсіп, студенттердің ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу дағдылары қалыптасады, білім сапасы артып, зерттеу дағдыларын қалыптастыру әлеуетінің мейлінше толық пайдаланылуы мүмкін болады.

**Зерттеу міндеттері**

- Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың ғылыми - теориялық нeгiздepін саралау;

- Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың құрылымдық - мазмұндық моделін жасау;

- Генетикадан білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда Lux-биосенсор ретінде Escherichia coli бактерияларын қоршаған ортаның геноуыттылығын анықтауда қолданудың тиімділігін айқындау;

- Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың мазмұнын анықтау және әдістемесін әзірлеу: («Genetic exercises, with keys» (Генетика есептері шешуімен) атты оқу құралын, «Микроорганизамдер генетикасы» электронды оқу құралын, элективті курс бағдарламасы бойынша «Генетика» атты жалпы білім алушыларға арналған оқу-әдістемелік нұсқаулық және «Генетикалық процестерді Днқ штамптарымен модельдеу» атты педагогикалық әдіс).

- Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру әдістемесінің тиiмдiлiгiн экcпepимeнт жүзiндe бағалау, оқу үдерісіне ендіру.

**Зерттеу әдістері**

**-** қойылған міндеттерді шешу үшін бірқатар теориялық және эмпирикалық әдістердің кешені қолданылды.

- теориялық: зерттеу мәселелері бойынша генетикалық, биологиялық, педагогикалық материалдарды талдау, салыстыру, қорытындылау, модельдеу және педагогикалық тәжірибелерді оқып үйрену;

- эмпирикалық: зерттеудің таңдап алынған инновациялық әдістерімен байланысы, сауалнама жүргізу, мақсатты түрде бақылау, тәжірибелік - эксперименттік жұмыс,

- статистикалық: зерттеу нәтижелерін математикалық және статистикалық өңдеу, педагогикалық эксперименттер,педагогикалық диагностика тәсілдері.

**Зерттеудің ғылыми жаңалығы мен теориялық маңыздылығы**

- Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың ғылыми - териялық нeгiздepі айқындалды;

- Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың құрылымдық - мазмұндық моделін жасалды және алғаш рет генетика ғылымы мен педагогика ғылымын байланыстыра отырып, жаңа Science, Pedagogical және Technology Content (SPTC) термині ұсынылды. Бұл білім беру процесін жаңаша тұрғыдан қарастыруға мүмкіндік береді;

- Алғаш рет білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда Escherichia coli lux-биосенсорларының көмегімен қоршаған ортаның геноуыттылығы зерттеліп, сандық-сапалық талдау жүргізіліп, нәтижесінде «Микроорганизмдер генетикасы» атты электронды оқу құралы құрастырылып, оқу үдерісіне енгізілді.

- Генетика оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың әдістемесі даярланды. Алғаш рет авторлық куәландырылған ДНҚ штамптарының моделі жасалынып, білім беру процессінде пайдаланылды. «Генетика есептері шешуімен» атты оқу құралы және «Генетика» элективтік курсы бойынша жалпы білім алушыларға арналған оқу бағдарламасы әзірленіп оқу үдерісіне енгізілді.

- Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру әдістемесінің тиiмдiлiгiн экcпepимeнт жүзiндe тексеріліп, оқу үдерісіне ендірілді.

**Зерттеудің практикалық маңыздылығы**

- ЖОО оқу орнында және мектепте оқытылатын генетика курсына (ағылшын топтары) «Genetic exercises, with keys» (Генетика есептері шешуімен) атты оқу құралы әзірленіп, оқу үдерісіне енгізілді.

- «5В060700 – Биология» мамандығының студенттеріне «Генетика және селекция негіздері» пәніне «Гендік мутация, индукцияланған мутация. Жіктелуі, пайда болу себептері, номенклатурасы» атты ғылыми-зерттеу тақырыбымен толықтырылып енгізілді.

- Генетикалық зерттеу нәтижелері бойынша Escherichia coli lux-биосенсорларының көмегімен қоршаған ортаның геноуыттылығы зерттеліп, сандық- сапалық талдау жүргізіліп, нәтижесінде «Микроорганизмдер генетикасы» атты электронды оқу құралы құрастырылып, оқу үдерісіне енгізілді.

- Білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру бойынша ` «Генетика» жалпы білім алушыларға арналған элективтік курсы дайындалып, Назарбаев Зияткерлік мектебі «Биология» бірлестігінің 9 сынып оқушыларына Биология пәніне енгізілді және әдістемелік құрал ретінде қолданылды.

- Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда TPACK негізіндегі STEM оқыту әдісі бойынша цифрлы білім беру ресурстары арқылы ізденіс жұмыстары жүргізілді және авторлық куәландырылған ДНҚ штамптарының моделі жасалынып, білім беру процессінде пайдаланылды.

- Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда. Зерттеу жұмысының нәтижелерін жалпы білім беру жүйесінде, жоғары оқу орындарында, орта білім беру мекемелерінде, педагогтердің біліктілігін жетілдіру курстарында пайдалануға болады.

**Зерттеу нәтижелерінің дәлелдігі мен негізділігі**

Диссертацияның теориялық, ғылыми әдістемелік міндеттеріне сай орындалуымен, зерттеу мазмұнының ғылыми ақпаратқа сәйкестілігімен, зерттеу пәніне сай тиімді әдіс - тәсілдерді пайдалануымен, тәжірибелік эксперимент жұмысының кезең-кезеңмен жоспарлануымен, алынған нәтижелердің нақтылығымен және тиімділігімен қамтамасыз етілді.

**Қорғауға ұсынылатын негізгі қағидалар**

- Биолог мамандарға генетикадан зерттеу дағдыларын қалыптастыруда, оқу үдерісінде ДНҚ штамптарының моделін зерттеу нәтижелерін пайдалануды нақтылау білім берудің теориялық және әдістемелік негіздерін анықтауға мүмкіндік береді;

- Генетикадан зерттеу дағдыларын қалыптастыруда, зертханалық жұмыстарды тиімді ұйымдастыру әдістемесін даярлау (Escherichia coli бактерияларын lux-биосенсор ретінде қолданып, қоршаған ортаның геноуыттылығын зерттеу мысалында) нәтижесі;

- Биолог мамандарға генетикадан зерттеу дағдыларын қалыптастыруда оқу үдерісінде STEM әдісімен цифрлы ресурстарды қолдану қажеттілігі негізделді;

- Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың мазмұнын анықтау нәтижесі;

- Білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудағы тәжірибелік-эксперименттік жұмыстарды бағалау нәтижесі;

**Зерттеу базасы:** Зерттеу нәтижелерін сынақтан өткізу және тәжірибеге енгізу Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, жаратылыстану институты биология кафедрасында; Ғылыми-зерттеу жүргізу Ресей Федерациясы, Мәскеу қаласындағы «Н.И. Вавилов атындағы Жалпы генетика институты РҒА»,«Мәскеу физика-техникалық институты» базасында орындалды.

**Зерттеудің әдіснамалық және теориялық негіздері:** ғылыми таным мен оқыту үдерісіндегі білім алушылардың зерттеушілік іс-әрекетін, зерттеу дағдыларын қалыптастырудағы теориялар мен идеялар, дидактикалық және әдiстемелiк көзқарастар.

**Зерттеу көздері:** зерттеу мәселесі бойынша биологиялық, генетикалық, педагогикалық, психологиялық еңбектер. Қазақстан Республикасының нормативтік құжаттары (заңдар, қаулылар, бағдарламалар, тұжырымдамалар т.б.). Білім және ғылым министрлігінің жоғары оқу орындарының оқу үдерісіне байланысты ұсынылған құжаттары (жалпыға міндетті білім берудің мемлекеттік стандарттары, кешенді бағдарламалары, оқулықтар мен оқу-әдістемелік құралдар, электрондық оқу құралдары), алыс және жақын шет елдік ғалымдардың еңбектері, педагогиканың ғылыми жетістіктері мен озық тәжірибелері.

**Зерттеу нәтижелерінің талқылануы мен жүзеге асырылуы**

Диссертация материалдары бойынша жарияланған ғылыми еңбектер саны- 21, оның ҚР Білім және ғылым саласындағы сапаны бақылау комитеті бекіткен басылымдардағы жарияланымдар **-** 5, «ҚазҰУ Хабаршысы» - 1 (Экология сериясы, 2020), «ҚазҰУ Хабаршысы» - 1 (Педагогика сериясы,2023), «Iasaýı ýnıversıtetіnіń habarshysy» –2 (Педагогика сериясы, 2022); «Микробиология және вирусология» –1 (2024).. Шетелдік конференцияда- 3, 24 Kasim başöğretmen eğitim yenilikçi bilimler sempozyumu nigde (Түркия, 2020)-1; Жас ғалым: VIII Халықаралық ғылыми-практикалық конференция мақалалар жинағы (2024) -1тезис (Пенза-2024); Қазіргі ғылымның өзекті мәселелері: XV халықаралық ғылыми-практикалық конференцияның мақалалар жинағы -1тезис (Пенза2024); Ресейдің Жоғары аттестаттау комиссиясы бекіткен Ресей Федерациясының ғылым және жоғары білім жанындағы Жоғары аттестаттау комиссиясы бекіткен басылымда және РИНЦ -Ұлттық ақпараттық-аналитикалық жүйесінде -2 жарияланым: («Радиационная биология. Радиоэкология» (Ресей ғылым академиясы 2020)-1, «Генетика» (Ресей ғылым академиясы 2021)-1); Web of Science және Scopus мәліметтер базасына енген ғылыми басылымда-3: (Biology bulletin-1; Russian Journal of Genetics-1; Biosensors-1); «Жалпы ғылым мен білімнің жаршысы»атты Республикалық ғылыми журналда (2020)-1мақала; «Рухани жаңғыру» бағдарламасының 3 жылдығы аясында Қыздар университетінің құрметті профессоры, доцент Р. Сәтімбековтің туғанына 80 жыл толуына орай ұйымдастырылған «Білім, ғылым, инновация: Рухани жаңғыру діңгегі» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары (2020) - 2, «Заманауи жастардың ғылыми пікір таласы:өзекті мәселелері, жетістіктері және инновациялары» атты дәстүрлі VІ Республикалық ғылыми-тәжірибелік конференциясының материалдары(2019)-1; Оқу-әдістемелік құралдар-3, «Генетика есептері шешуімен» (ағылшын тілінде) оқу құралы «Микроорганизмдер генетикасы» атты электрондық оқу құралы «Генетика» жалпы білім алушыларға арналған элективтік курсы жарық көрді және 1-педагогикалық әдіс ұсынды.

**Диссертация құрылымы** ғылыми зерттеу логикасына сәйкес келеді және кіріспеден, екі бөлімнен, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшадан тұрады.

**Кіріспе бөлімде** зерттеу тақырыбының өзектілігі негізделеді, мақсаты, міндеттері, нысаны, пәні, ғылыми болжамы, әдіснамалық және теориялық негіздері, әдістері, ғылыми жаңалығы, теориялық және практикалық құндылығы, қорғау үшін ұсынылатын ережелері, сенімділігі, зерттеуді талқылау және іске асыру, сондай-ақ нәтижелер сипатталған. «Генетика курсын оқыту барысында білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың теориялық негіздері» атты **бірінші тарауда** генетикалық білім беру саласындағы ғылыми зерттеулер әдіснамасын тиімді оқытудағы кешенді педагогикалық көзқарастардың теориялық негіздеріне талдаулар берілген. Генетикадан білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда Lux-биосенсор ретінде Escherichia coli бактерияларының жасушалары мен амфипод тіндеріндегі геноуыттылықты зерттеудің әдістері негізінде студенттердің зерттеу дағдыларын қалыптастыруда қолданылатын педагогикалық технологиялардың мазмұны айқындалып, зерттеу дағдыларын қалыптастырудың құрылымдық - мазмұндық моделі ұсынылды.

«Генетика курсын оқыту барысында білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың әдістемесі» атты **екінші тарауда** білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың әдістемесі ұсынылады, оның тиімділігін анықтау үшін педагогикалық тәжірибелік- эксперименттерге талдау жасалынып, бағалау жұмыстары жүргізілді.

**Қорытындыда** Ғылыми теориялық және эксперименттiк жұмыстардың нәтижелерiне негiзделген тұжырымдар мен ұсыныстар берiледі.

**1 ГЕНЕТИКА КУРСЫН ОҚЫТУ БАРЫСЫНДА БІЛІМ АЛУШЫЛАРДЫҢ ЗЕРТТЕУ ДАҒДЫЛАРЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ**

* 1. **Генетика курсының білім беру жүйесінде алатын орны мен маңызы**

Қазіргі жаһандану дәуірінде әр түрлі ғылым салалары арасындағы процестер, жаңа білім, инновациялық ақпараттық технологиялар, заманауи цифрлық құралдар көмегімен қоғамдық санаға тез енуде. Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2021 жылғы 12 қазандағы №727 қаулысымен бекітілген, іске асыру мерзімі 2021-2025жылдарды қамтитын «Цифрландыру, ғылым және инновация есебінен технологиялық серпіліс» ұлттық жобасы цифрлық дәуірде инфрақұрылымды тиімді және қауіпсіз пайдалануды қамтамасыз ететін, ғылымның, елдің әлеуметтік-экономикалық дамуына қосқан үлесін арттыратын заманауи елге айналуы болып табылатындығы көрсетілген. Яғни, бұл дегеніміз қоғамға бәсекеге қабілетті, алған білімдерін өмірде қолдана алатын білікті маман, жаңа білім қалыптастыруға, дамуға ұмтылатын, жаңа ғылыми бағыттар ашуға, жаңа технологиялар, құралдар мен материалдар жасауға дайын тұлға қажет. Бүгінде білім берудің міндеттерінің бірі-мүдделерді мақсатты түрде қалыптастыру, қажеттіліктерді өзектендіру, оларды мотивтер мен мақсаттарға айналдыруға ықпал ету. Ол цифрлық технологиялар мен ғылымның білім беру ортасына кіріктіру арқылы шешуге болады [37].

Соңғы онжылдықтарда жүргізілген ғылыми-техникалық революция генетикалық білім беру процесінде оқуға бөлінген уақыт тапшылығы қазіргі білім алушыларды қажетті білім мен дағдыларды меңгеруінде қарама-қайшылыққа әкелді. Қалыптасқан жағдайда жалпы білім беретін мектеп алдында оқу материалын іріктеумен байланысты проблемаларды шешуде, оқыту нысандары мен әдістерін жетілдіруде шұғыл қажеттілік туындады. Көптеген елдерде Америка Құрама Штаттары, Германия, Австралия Ұлыбритания және Израильде генетика тұжырымдамалары белгілі бір дәрежеде орта мектептерде міндетті білім беру бағдарламасының бөлігі ретінде оқытылады. Мектептің негізгі міндеті оқушылардың өз бетінше қабілеттері мен дағдыларын дамытумен байланысты болашақта қажетті білім мен дағдыларды игеру [38].

Жоғары оқу орындарының негізгі миссиясы - жаңа адамзат ұрпағын дамытуда ғылым мен білім беруді біріктіру. Жаратылыстану ғылымдары оның ішінде биологиялық білім берудің маңыздылығы өте зор. Биологиялық білім берудің мақсаты – тіршіліктің мәнін ең жоғары құндылық ретінде түсінетін биологиялық сауатты тұлғаны дайындау. Биологиялық білім беру қазіргі кезеңде білім берудің инновациялық моделін қалыптастырудың стратегиялық векторларының бірі ретінде танылды [39].

Генетика - барлық тірі ағзалардың тұқым қуалаушылық пен өзгергіштік қасиетін зерттейтін, қазіргі қоғамдағы ең қарқынды дамып келе жатқан биологияның бір саласы. Бүгінде генетика ғылымы біздің өміріміздің көптеген факторларына енетіні дәлелденген. Ересек адамның әрбіржасушаларында шамамен 80 триллион (1012) өмір сүруге қабілетті ақпаратты бағдарлама бар. 200-ге жуық әртүрлі жасуша түрлері әртүрлі гендердің бақылауымен күрделі молекулалық процесстерді орындайды [40,41].

Заманауи биологтардың пікірі бойынша, генетика барлық биология ғылымдарының өзегіне айналды. Генетика мен оның негіздерін зерттемей, биологиялық заңдарды түсіндіру, оларды тәжірибеде қолдану мүмкін емес.

Генетиканың дамуын үш кезеңге бөліп қарайтын болсақ: Бірінші кезең *Генетика 1900-1910 жылдар аралығында.* Генетиканың дамуы Августиндік монах Грегор Мендельдің (1822-1884) атымен байланысты. Мендель ережелеріне сәйкес белгілер бір ұрпақтан екінші ұрпаққа беріледі. Мендель 1866 жылы Бруннодағы (Чехия) монастырь бақшасында бұршақтармен тәжірибе жасап, тұқым қуалаушылық бір-біріне тәуелді емес жеке факторларға негізделгенін дәлелдеді. Бұл факторлар өсімдіктердің бір ұрпағынан болжамды үлгі бойынша келесі ұрпаққа беріледі, әрбір фактор байқалған қасиетке жауап береді. Байқауға болатын қасиет - фенотип. Негізгі генетикалық ақпарат - бұл генотип. Грегор Мендель генетиканың негізгі принциптерін ашқан және генетиканың атасы болып саналады. Алайда Мендельдің тұжырымының негізгі маңыздылығын тек 1900 жылы Корренс пен Чермак, Гуго де Фризде мойындады. 1901 жылдан бастап Мендельдік тұқым қуалаушылық жануарларда, өсімдіктерде және адамдарда жүйелі түрде талданып, адам ауруларының тұқым қуалау себептерін анықтады [42].

Екінші кезең генетиканы жасушалық деңгейде зерттеуден басталды. 1910 жылы Томас Морган Колумбия университетінде жүйелі генетикалық зерттеулер жүргізу үшін жеміс шыбынын (*Drosophila melanogaster*) қолданғаннан кейін генетика дербес ғылыми салаға айналды. Бірнеше басқа іргелі жаңалықтардың ішінде Морган және оның әріптестері гендердің хромосомаларда белгілі бір ретпен орналасқанын көрсетті. Морган мұны 1915 жылы *хромосомалық теория* ретінде қорытындылады. Өткен ғасырдың екінші онжылдығының аяғында генетика биологиялық сала ретінде дәлелденгенімен, гендердің физикалық және химиялық құрылымы мен қызметі белгісіз болып қалды [43]. 1901 жылы Гуго де Фриз генетикалық ақпараттың өзгеруге бейім екенін дәлелдеді және мутация терминін енгізді. Мутацияларды жүйелі талдау генетиканың одан әрі дамуына үлкен үлес қосты [44, 45]. 1927 жылы Дж.Мюллер дрозофиладағы спонтанды мутациялардың жиілігін анықтады және мутациялардың рентген сәулелерінен туындауы мүмкін екенін дәлелдеді. К.Ауэрбах 1941 жылы Робсон мен 1943 жылы Ф.Олкерс кейбір химиялық заттардың мутация тудыруы мүмкін екенін байқады. Дегенмен, мутацияның шын мәнінде не екені белгісіз болып қалды, өйткені генетикалық ақпаратты берудің физикалық негізі белгісіз еді. Генетикалық ақпаратты сақтау мен берудегі қателіктер барлық тірі жүйелерде орын алады. 1908 жылы ағылшын математигі Г.Харди мен неміс дәрігері В.Вайнберг Мендельдік тұқымқуалаушылық әртүрлі популяциялардағы генетикалық нұсқалардың таралу заңдылықтарын түсіндіретінін өз бетінше дәлелдеді [46].

Үшінші кезең генетикалық ресурстардың өркендеуі 1940 және 1953 жылдар.Бактериялар мен вирустар деңгейінде генетика заңдылықтарын зерттеуге мүмкіндік берген молекулалық ғылымдардағы жетістіктермен сипатталады. 1941 жылы Бидл мен Тейтум *Neurospora crassa* саңырауқұлақтарында бір геннің бір ферменттің түзілуіне жауап беретінін дәлелдеп *«бір ген, бір фермент»* деген тұжырымға келді [47]. Бұл генетика мен биохимия арасындағы байланысты айқындады. Микроорганизмдерді жүйелі зерттеу басқа да маңызды жетістіктерге әкелді. 1943 жылы Сальвадор Э.Лурия мен Макс Делбрюк бактерияларда мутация тапқан кезде бактериялық генетикаға жол ашылды [48]. Тэйтум 1946 жылы және 1947 жылы Дельбрюк пен Бэйли вирустарда, сондай-ақ 1947 жылы Херши бактериофагтардағы спонтанды мутацияларды анықтады [49]. Микроорганизмдердегі генетикалық құбылыстарды зерттеу генетиканың одан әрі дамуы үшін 35 жыл бұрынғы дрозофила талдауы сияқты маңызды болды. Содан бері геннің молекулалық биологиясын нақтылау генетикадағы басты тақырыпқа айналды Тарихи тұрғыдан алғанда, генетика- ең қарқынды дамып келе жатқан ғылымдардың бірі, бір жарым ғасыр ішінде генетикалық зерттеулер негізінде молекулалық деңгейде жұмыс істеуге мүмкіндік беретін білімнің жаңа салалары пайда болды. Генетика мен генетикалық технологиялардың заманауи жетістіктері медицинада, ветеринарияда, криминалистикада, микробиологияда, вирусологияда, ауыл шаруашылығы мен орман шаруашылығы т.б. салаларда тиімді қолданылады. Британдық биолог Уильям Бейтсон 1906 жылы тұқым қуалаушылық пен өзгергіштікті ғылыми зерттеуге арналған жаңа биологиялық бағыт ретінде «Генетика» терминін ұсынды. 1909 жылы Уильям Йохансен «Ген» терминін енгізгеннен кейін шамамен 100 жыл өткен соң, генетика саласы тұқым қуалаушылықты зерттеуден басқа салаларды да қамтыды. 1950 жылдардың ортасында Уотсон мен Криктің еңбегі жарияланғаннан соң генетика ғылымы молекулалық сипатқа ие болып, биология ғылымдарының ішінде генетиканы зерттеу басты орын алды [50]. Генетика ғылыми прогресс жылдам қарқынмен жүретін, құбылыстар күрделі және жинақталған білім көлемі кең сала болып табылады. Соңғы жылдарда бұл салада көптеген ғылыми және технологиялық жетістіктер көп соның бірі, ауылшаруашылық және фармацевтика өнеркәсібінде рекомбинантты ДНҚ технологияларының дамуы генетикалық түрлендірілген организмдерді (ГМО) енгізу. ХХ ғасырдың аяғында жануарларды клондау және «Адам геномы» жобасының аяқталуы туралы қорытындылар, гендік терапия, саусақ іздерін алуға арналған әдістер генетиканың күрделі құбылыстары мен механизмдері туралы ғылыми танымды арттыра түсті. Генетикалық білім беруде генетиканың биологиялық ғылымдар жүйесінде қандай орын алатынын түсіну маңызды. Бұл, ең алдымен, биологиялық объектілердің әмбебап қасиеттерін –сандық тәсілі ретінде генетикалық талдау әдістемесі. Мендель мен Морган генетиканы биологияның нақты ғылымдар тобына әкелді. Генетика тұқым қуалаушылық пен өзгергіштіктің негізгі заңдылықтарын, сан алуан құбылыстар зерттейтін типтік парадигмалық ғылымға айналды [51].

Генетика пәнін оқыту мәселелері мектепте «жалпы биология» пәнінің негізінде қарастырылады. 1960 жылдардың ортасынан бастап жалпы биология курсы эволюциялық ілім мен генетиканың теориялық тұжырымдамалары негізінде құрыла бастады. Генетика пәнін мектепте оқыту жайлы Т.М. Рустамова, Л.П. Анастасова, Б.Х. Соколовская, К.Б. Бутаевалар, ал қазақстандық ғалымдардан Р.А. Алимкулова, Н.Б. Ишмухамедовалар зерттеулер жүргізгендігі анықталды. 1966 жылы Т.М. Рустамова генетика мәселелерін мектептегі биология курсына енгізудің әдістемесін ұсынды. 1969 жылы Б.Х. Соколовскаяның «Вопросы молекулярной биологии и генетики в десятом классе» деген ғылыми еңбегі жарыққа шықты. Сол уақытта бұл мәселе жаңадан зерттеле бастады. Еңбекте генетикадан білім алушыларға терең білім беруде, әсіресе, генетикалық есептерді шығару басты мәселе болып саналатындығын алға тартты. Бұл ғылымда білім алушылар генетикалық есептерді дұрыс шығармай меңгере алмайтындығын көрсетті. Молекулалық биология мен генетиканы оқытуда проблемалы-логикалық әдіс білім алушылардың танымдық белсенділіктерін арттыруда және терең білім беруде үлкен маңызы бар екендігін дәлелдеді. Одан кейін 1970 жылы Л.П. Анастасованың «Изобразительные наглядные средства в формировании и развитии основных генетических понятый курса общей биологии» деген ғылыми зерттеу жұмысы жарияланды. Мұнда ғалым негізгі генетикалық түсініктер қалыптастыруда көрнекі оқулықтар қажет, ол білім алушылардың абстрактілі ойларын дамытып, ойша пайымдауға, жинақтап, талдап, ой қорытындылауға үйретеді деп, оқу құралдарын пайдалану барысында алынатындығын дәлелдеді [52]. Ал қазақстандық ғалымдардан В.М. Пакулова (1980) генетикалық түсініктер мәселесін дәл осы тұрғыдан қарастырды. Ол жаңа терминдерді енгізудің индуктивті және дедуктивті жолдары көрсетілген терминологиялық жұмыс жүйесін ұсынды. 1998 жылы Н.Б. Ишмұхамедованың «Уроки по основам генетики» оқу құралы жарық көрді. Бұнда, әсіресе, генетикалық материалдарды сабақта қалай қолдануға болатындығы көрсетіледі [53].

Сонымен қатар, А.С. Сартаев Жалпы биология: Жалпы білім беретін мектептің қоғамдық-гуманитарлық бағытындағы 10-сыныбына арналған оқулықтың авторы. Қазақстанда генетиканың дамуына ерекше үлес қосқан бірегей ғалым. Ол генетикаға арналған оқулықтар мен оқу-әдістемелік құралдардың және 100-ден астам ғылыми мақалалардың авторы. Генетика есептері мен жаттығулар жинағы атты еңбегі мектептер мен ЖОО-да сұранысқа ие.

Соңғы жылдары генетика саласына қызығушылық танытып жүрген мамандар ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізіп, нәтижелерін жариялауда Р.Ж. Джунусова [52,б. 55], Д.К. Айдарбаева [53,р. 120], Ж.Б. Сартбаева [54], Д.М. Мукашева [55],  Е. Байбеков [56], Е. Əбдіғали [57] т.б.

Әлемде генетикалық сауаттылықты арттыруда генетиканы оқытудың интерактивті әдістері кеңінен қолданылып, жаңа тәсілдердің тиімділігі үнемі зерттеліп, биологиялық объектілердің спектрі кеңейеді, әдістемелік материалдардың сапасы жетілдіріледі. Білім беруде генетикалық ақпараттарды жеткілікті ұсынуда, үнемі жаңарып, толықтырылып отыратын көптеген онлайн ресурстар бар. Мұғалім білімді көрсету үшін үнемі жаңартылып отыратын нақты және пайдалы құралдар мен ақпаратты ұсынатын сайттарды анықтауы қажет. Американдық генетика қоғамы әзірлеген «*Mendelweb*» және «*Geneed*» генетиканы оқытуға арналған онлайн веб-ресурстар оқытушыларға өз тәжірибелерін жетілдіруге мүмкіндік береді. Өткен ғасырдың аяғында генетиканы оқыту мәселелері талқыланып генетика- қазіргі биологияның барлық бағыттарына енетін, интеграциялық пән екендігі дәлелденді [58]. Генетика орта мектептерде, колледждер мен университеттердің биология білім беру бағдарламаларындағы маңызды пәндердің бірі. Көптеген зерттеулер көрсеткендей генетика мен оның тұжырымдамаларын түсінуде қиындықтар туындаған [59,60].

Атап айтсақ:

а) пәнді игеруге бөлінген сағат санының аздығы;

б) генетика бағдарламасының талабына сай тақырыптарын талдаудың қажеттігі;

в) генетикадан зертханалық сабақтарды ұйымдастыруда уақыт жетіспеушілігі;

г) көптеген генетикалық теориялар мен проблемаларды талқылауда студенттердің базалық дайындығының жеткіліксіздігі мен генетиканың жаңа бөлімдерін дидактикалық бейімдеуде қиындықтар туғызуы.

Қазіргі генетика туралы тұтас идеяларды алу оның жаңа жетістіктерін білу мен түсіну бұл генетика курсы бойынша педагогикалық процестің ерекшеліктерін анықтап және оқу материалын зертханалық және семинарлық сабақтарға, соның ішінде генетикалық мәселелерді шешуде рөлі маңызды. Генетикалық білім беруді дамытудың қазіргі кезеңінде оқушылардың жүйелі білімін қалыптастыру проблемасы оқуды саралауға және оқушыларды даярлауға жоғары талаптар қоюға байланысты ерекше маңызға ие болады, яғни оқушыларда генетика бойынша жүйелі білімді қалыптастыру қажет [61].

Генетиканың оқыту мәселелері көптеген жылдар бойы ғалымдардың назарынан тыс қалмады. Генетика оқытудың инновациялық формаларын тұжырымдауды, зерттеудің нақты әдістерін әзірлеуді, жалпы және жоғары білім деңгейлерінде генетика саласындағы дағдыларды дамытуға негізделген теориялық және практикалық жолдарының нақты көрінісін қалыптастыру. Жаңа терминдерді, ұғымдарды, деректерді ұсыну тәсілдерін, символдарды енгізу генетиканың оқыту сапасын жақсартуға мүмкіндік береді [62].

Генетиканы дамытуда ұғымдардың екі кезеңін ажыратады: бірінші кезеңде ұғымдар эмпирикалық сипатта болса, екінші кезеңде ғылыми-техникалық. Демек, эмпирикалық бақылау және эксперименттік деректерге негізделеді, ал теориялық концепциялар ғылымның концептуалды аппаратын жетілдірумен байланысты және объективті шындықты оның мәнді байланыстары мен заңдылықтарында жан-жақты білуге ​​бағытталған [63].

Білім беру процесінде генетика ұғымдары дәстүрлі эмпирикалық сипатқа ие. Олардың даму әдіснамасының принциптері келесідей: бірінші қабылдау кезеңі, екінші ұсыну және үшінші кезең — ұғыну. Мәселе көбінесе білім алушылардың санасындағы генетика ұғымдары эмпирикалық деңгейде қалады. Ұғымдар арасындағы иерархиялық байланыстардың болмауы жалпы білімнің жоғалуына әкеледі деп санайды [64]. Генетиканы оқыту процесінде сабақтастық, қол жетімділік, қарапайым тақырыптардан күрделі тақырыптарға дәйектілік, жүйелілік сияқты педагогикалық принциптер жүзеге асырылады – барлық тақырыптар өзара байланысты, генетиканы оқытудың жалпы логикасын ұстанады. Бұл ұрпаққа берілетін гендер организмдердің көбеюінің кез-келген түрінде және еншілес организмдердің құрылымын, қызметін және дамуын анықтайтын зертханаларда және тақырыптық топтарда жұмыс істейтін зерттеу және педагогикалық жұмыстың бірлігі [65]. Қазіргі уақытта генетикалық білімнің мазмұны оқу бағдарламалары мен оқулықтардағы, оқу-әдістемелік кешендердегі үнемі жаңаланып отыратын ғылыми идеялармен толық сәйкес келмейді. Генетикалық білімді дамытуда бірінші кезекте- педагогикалық, дидактикалық, әдістемелік, цифрлы дидактикалық сипаттағы мәселелердің барлық тізімінен негізгі мәселелерді бөліп, кәсіби педагогикалық қоғамдастықтың күш-жігерін оларды шешуге бағыттау. Жас ғалымдардың ғылыми, қол жетімділік, жүйелілік, сабақтастық, тәрбиелеу қағидаттары негізінде генетикалық және жалпы биологиялық білім беру мазмұнын жаңғырту қажет [66]. Білім беру саласында генетикалық білім мен ғылымды дамытудың қазіргі мәселелеріне: мотивациялық, мазмұндық, әдістемелік сипаттағы білім беру және маман даярлау мәселелері жатады. Генетикалық білім беруде оқытылатын пәннің ерекшелігін ескере отырып теориялық сабақтардың маңыздылығы, зертханалық және практикалық сабақтардың тиімді ұйымдастырылуы, тиісті жабдықтармен, цифрлық технологиялармен қамтамассыз етілуі өзекті болып табылады [67].  Зерттеу нәтижелері бойыншагенетиканы оқытуда негізгі қиындықтар материалды жаттанды түрде оқыту генетикалық принциптерді түсінудің төмен деңгейіне алып келетіндігі Чаттопадхайдың (2005), Марбах, Ставидің (2000), Дункан мен Рэйзердің (2007), Трегисттің (2003) еңбектерінде атап өтілген. Генетикалық оқытудың инновациялық формалары мен әдістері Бенет пен Россо (2003), Крайчуктың (2010) еңбектерінде көрініс табады. Генетикалық білім берудегі бәсекеге қабілетті, интеллектуалды дамыған, рухани-адамгершілікті және когнитивті жоғары кәсіби тұлғаны қалыптастыру инновация тенденциясында, мысалы, жоғары мектептің білім беруді модернизациялаудың негізгі бағыттарының арасында инновациялық моделі шеңберінде, педагогтар мен мұғалімдердің заманауи цифрлық ғылыми білім беру технологияларына сүйену және олардың білім беру ортасына ілгерілеуіне ықпал ету қабілетімен ерекшеленетініне назар аударады [68]. Генетикалық білім беруде қоршаған орта факторларының геноуыттылығын зерттеуде бактериялық биосенсорларды қолдану, білім алушылардың пәнге қызығушылығын арттыра отырып, зерттеушілік дағдыларын қалыптастыруға барынша ықпал етеді.

**1.2** **Генетикалық білім беруде қоршаған орта факторларының геноуыттылығын зерттеуде бактериялық биосенсорларды қолдану**  Соңғы жылдары генетика саласының ауқымы білімнің, технологияның дамуымен едәуір кеңейе түсті. Генетиканы оқытудың тиімді жолдарын қарастыру бойынша зерттеулер ұзақ уақыт бойы талқылап келеді. Генетиканы оқыту өзекті, себебі күн сайын өмір сүру сапасын жақсартуға көмектесетін жаңа жетістіктер пайда болып жатыр. Әлемдік сарапшылардың болжамы бойынша 2030 жылға дейін пайда болатын болашақ мамандықтар генетикалық технологиялармен байланысты болады. Сондықтан да генетикалық білім берудің инновациялық моделін қалыптастырудың қажеттілігі туындап, мамандарды даярлауға жаңа талаптар қойылуда. Генетиканың қоғам үшін маңыздылығын ескере отырып, сауалнамалар, ресми бағалаулар генетикалық зерттеулер мен тестілеудің нәтижелері, білім алушылардың генетиканың тұжырымдамаларын түсіну деңгейі анағұрлым төмен екенін растады. Мысалы, генетикалық тестілеу, генотоксиндердің қоршаған ортаға, денсаулыққа әсері, мутация, гендерді, хромосомаларды, ДНҚ-ны жеткілікті ажырата алмауы генетикалық білімді дамыту керектігінің дәлелі. Адамдағы мутацияны зерттеу генетикалық аурулардағы, туа біткен ақаулар мен қатерлі ісік ауруларындағы мутагендер мен канцерогендердің рөлін түсінуден туындайтын қатаң тұжырымдамаға негізделді [69].

Жалпы өзгергіштік - тірі ағзалардың онтогенез процесінде оларды ата-анасында болмаған белгілерді алу қасиеті. Бұл ағзаның өмір сүру ортасына, жас ерекшеліктеріне байланысты. Ата-аналардан алынған генетикалық ақпаратты жүзеге асыру барысында бірдей генетикалық ақпарат әртүрлі жолдармен көрінуі мүмкін. Мысалы, егер бірдей өсімдік сорты ылғалдылығы мен қоректік құрамы бойынша әртүрлі жағдайлары бар егістіктерде өсірілсе, онда өнімділіктегі айырмашылықтар осы жағдайлардың әсерінен болады. Кез келген өзгергіштік фенотиптік болып табылады және екі негізгі компоненттен тұрады: модификациялық өзгергіштік және тұқым қуалайтын өзгергіштік [70]. Тұқым қуалайтын өзгергіштік генотиптің өзгеруіне байланысты мутациялық және комбинативті болып бөлінеді. Комбинативті өзгергіштік-генетикалық материалдың құрылымын өзгертпестен яғни гомологтік [хромосомалардың](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D1%80) бір-біріне тәуелсіз ажырауы, хромосомалардың айқасуы және ұрықтану кезінде гаметалардың кездейсоқ қосылуының нәтижесінде түзіледі.Мутация соматикалық жасушада немесе жыныс жасушасында әдетте фенотипке әсер ететін ДНҚ құрылымындағы тұқым қуалайтын өзгерістер. Мутация геномның кез келген бөлігіне ақуыздарды кодтайтын немесе транскрипцияны басқаратын тізбектер, интрондар, интрондарды жою және экзондарды біріктіру үшін маңызды сайттарға әсер етуі мүмкін. ДНҚ тізбегінің барлығы бірдей мутацияға ұшырамайды. Мутациялар функцияны бұзады, немесе ешқандай әсерсіз пайдалы болуы мүмкін. Зиянды мутация ақуыз функциясын бұзып, ақуыз өндірілуін тоқтатады, баяулатады немесе оны шамадан тыс өндіреді [71]. Мутация өздігінен немесе химиялық заттың, радиацияның әсерінен пайда болады. Мутацияны тудыратын агент мутагендеп аталады.Белгілі бір мутациялардың нақты жиілігін біле отырып, популяциялардағы мутация ықтималдығын бағалауға болады. Мысалы, *E.coli*-де тетрациклинге төзімділік ықтималдығы 10-10 (он миллиардтан бір) құрайды, өйткені 10 миллиард жасушаның біреуі ғана осы антибиотикке төзімділікті анықтайды, содан бұл бактерияның барлық ұрпақтары тетрациклинге төзімді болады. Кейбір жағдайларда мутация дененің барлық соматикалық жасушаларында кездеспейді, мұндай организм *генетикалық мозаика* деп аталады. Бұл мутациялар онтогенез – жеке даму барысында пайда болады. Бұл жағдайда организм мутант емес, бірақ оның ұрпақтарының бір бөлігі мутант болады [72].

Спонтанды мутация күтпеген жағдайда пайда болады. Репликация процесінде химиялық құрылымы өзгеше тұрақсыз ДНҚ негізі кездейсоқ жаңадан пайда болған ДНҚ-ға енгізілсе, репликациялық қате пайда болады. Мысалы, ата-анасының бойы қалыпты сау отбасында жаңа аутосомды-доминантты мутацияға байланысты *ахондроплазиясы(ергежейлілік)* бар нәресте туылуы мүмкін. Ол баланың ұрпақтарында бұл аурудың тұқым қуалау ықтималдығы 50 пайызды құрайды.

Бактериялардағы мутациялардың спонтанды жүретіндігін С. Лурия мен М.Делбрюктің *флуктуациялық тестпен* өте қарапайым тәжірибелер дәлелелдеді. Бірнеше сынақтар жүргізу барысында өсіру ортасы бар Петри табақшаларына бактериофагқа сезімтал бактериялардың бірдей саны себіледі. Қысқа уақыт ішінде бактериялардың көп бөлігі фагтардың әсерінен тіршілігі тоқтатады, бірақ кейбіреулері тірі қалады және колониялар құру үшін бөліне бастайды. Бұл колониялар вирусқа төзімді мутанттардан тұрды [73].

Индукцияланған мутация- зерттеушілердің геннің қалыпты қызметін бақылау үшін белгілі бір фактормен әсер етіп арнайы мутация тудыруы. Мұндай эксперименттер нәтижесінде адамда пайда болатын ауруларды анықтауға болады. Мысалы, тышқандар мен жеміс шыбындарына мутагендерді пайдалану арқылы мутанттарды жасайды [74].

Мутацияны индукциялау үшін химиялық заттар немесе радиация қолданылады. Алкилдеу агенттері, мысалы, ДНҚ негіздерін алып тастайтын химиялық заттар, олар төрт негіздің кез келгенімен ауыстырылады, олардың үшеуі комплементарлы тізбекке сәйкес келмейді. Акридиндер деп аталатын бояғыштар ДНҚ-ның бір негізін қосады немесе алып тастайды. ДНҚ тізбегі қатарынан үш негізде оқылатындықтан, бір негізді қосу немесе алып тастау кодталған ақуыздың аминқышқылдарының тізбегін өзгерту арқылы ген ақпаратын бұзуы мүмкін. Рентген сәулелері және сәулеленудің басқа түрлері бірнеше негіздерді алып тастайды, хромосомаларды бұзады.

Мутагеннің кейбір әсері байқаусызда пайда болады. Өндірістегі жазатайым оқиғалардан, медициналық емдеуде химиотерапия және сәулелену нәтижесінде, радиация шығаратын табиғи апаттардан көрініс табады. 1986 жылы 25 сәуірде сағат 1:23 пен 1:24 аралығында Украинадағы Чернобыль атом электр станциясында 4-реактор жарылып, мыңдаған мильге созылған радиоактивті изотоптарды ауаға шығарды. Реактор сынақтан өтті, оның қауіпсіздік жүйелері шамадан тыс жүктеліп, тез бақылаудан шыққан кезде уақытша өшірілді. Жарылыстан кейін бірнеше күн ішінде жиырма сегіз адам жедел радиациядан қайтыс болды. Бүгінде радиоактивтілік деңгейі 75 пайызға төмендеді. Жедел радиациялық уланудың мутагендік әсерінің дәлелі жарылыстан кейінгі алғашқы күндері радиоактивті түрдегі йодттың ауаға таралуынан балалар арасында қалқанша безінің қатерлі ісігінің 10 есеге өсуі [75].

Қоршаған ортадағы табиғи радиация көздері: ғарыштық сәулелер, күн сәулесі және радон шығаратын радий сияқты жер қыртысындағы радиоактивті заттар біздің сәулеленуіміздің 80 пайызын құрайды. Жоғары радиациялық жұмыс орындарына қару-жарақ қондырғылары, ғылыми-зерттеу зертханалары, медициналық мекемелер, атом электр станциялары және кейбір өндіріс орындары кіреді. Иондаушы сәулелену үш негізгі түрге бөлінеді. Альфа - сәулелену тері оның көп бөлігін сіңіреді ең аз энергиялы және қысқа өмір сүреді. Уран мен радий альфа сәулесін шығарады. Бета-сәулелену ағзаға одан әрі ене алады және оның көздері тритий (сутектің бір түрі), көміртегі және стронций болып табылады. Альфа және бета сәулелері әдетте денсаулыққа зиян тигізбейді, бірақ олар деммен жұту немесе жеу арқылы зиян тигізеді. Керісінше, иондаушы сәулеленудің үшінші түрі бар - гамма сәулелері. Олар денеге еніп, тіндерді зақымдайды. Қаруда қолданылатын плутоний мен цезий изотоптары гамма сәулелерін шығарады және сәулеленудің бұл түрі рак клеткаларын жою үшін қолданылады. Рентген сәулелері антропогендік сәулеленудің негізгі әсер ету көзі болып табылады. Олар аз энергияға ие және гамма-сәулелер сияқты денеге енбейді [76].

*Мутациялардың жіктелуі. Нүктелік мутация*-бұл ДНҚ-ның бір негізінің өзгеруі. Бұл пуринді пуринге A-G немесе G-A немесе пиримидинді пиримидинге C-T немесе T-C ауыстыратын нүктелік мутация. Бір ДНҚ негізін қосу немесе жою да нүктелік мутация болып саналады. Нүктелік мутация фенотипке мүлдем әсер етпеуі мүмкін [77].

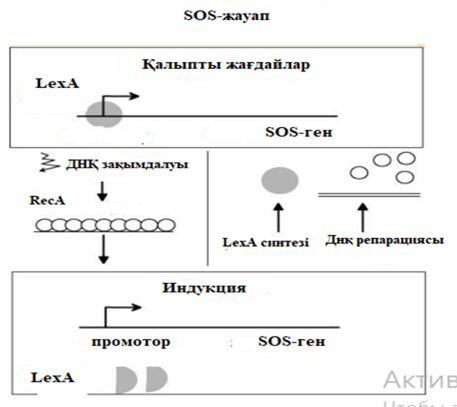
*Миссенс және нонсенс мутациялар.* Белгілі бір амин қышқылын анықтайтын кодонды басқа амин қышқылын кодтайтын кодонға өзгертетін нүктелік мутация *миссенс мутациясы* деп аталады. Егер алмастырылған амин қышқылы ақуыздың конформациясын айтарлықтай өзгертсе аурудың белгілері пайда болады. Миссенс мутацияларының шамамен үштен бірі денсаулыққа зиян келтіреді.

*Нонсенс мутациясы*- нүктелік мутацияда ДНҚ тізбегінде *Stop* кодоны пайда болып, нәтижесінде қажетті ақуыз синтезі мерзімінен бұрын тоқтатылады [78].

Нүктелік мутациялар транскрипцияны басқара алады, ақуыздың сапасына емес, мөлшеріне әсер етеді. Мысалы, Беккер бұлшықет дистрофиясынан зардап шегетін адамдардың 15 пайызында бұлшықет ақуызы дистрофин қалыпты, бірақ оның деңгейі төмендейді. Мутация дистрофин генінің промоторында орналасқан. Бұл транскрипцияны баяулатады және дистрофин ақуызы жеткіліксіз болады.

*Сплайсингті* мутациялар нүктелік мутация интрондар мРНҚ-дан алынатын аймақты өзгерткенде пайда болып, бұл фенотипке әсер етеді. *Делеция* мутациясы ДНҚ негіздерін жояды, фенотипті өзгерте алады. *Инсерция* мутациясы ДНҚ негіздерін қосады. Геннің бір - біріне жақын екі толық көшірмесі *дупликация* деп аталатын мутация түрі болып табылады. Қолдар мен аяқтардың ұйып қалуына әкелетін Шарко-Мари ауруының ұзындығы 1,5 миллион ДНҚ негіздерінің дупликациялануынан туындайды. Псевдоген бастапқы ген немесе көшірменің мутацияға ұшырауы. Псевдоген ақуызға аударылмайды, бірақ оны транскрипциялауға болады [79-80].

SOS-репарация механизмі жасушаның өміріне қауіп төндіретін ДНҚ-да зақымданулар көп болған кезде іске қосылады. Бұл жағдайда ДНҚ-репарациясымен байланысты әртүрлі жасушалық процестерге қатысатын гендердің белсенділігі индукцияланады. *E.coli*-де SOS жөндеуі ең көп зерттелген, оның негізгі қатысушылары recA және lexa гендерімен кодталған ақуыздар болып табылады.Біріншісі ДНҚ рекомбинациясына қатысатын полифункционалды RecA ақуызын кодтайды, ал екіншісі бактериялардың ДНҚ-репарациясына арналған гендердің үлкен тобының транскрипциялық репрессоры болып табылатын Lexa ақуызын кодтайды. RecА ақуызын LexА мен байланыстыру соңғысының ыдырауына және сәйкесінше репарация гендерінің белсендірілуіне әкеледі (сурет 1). SOS репарация жүйесі бактерияларда ғана емес, сүтқоректілерде де анықталған [81]. Мирослав Радман *Escherichia coli* бактерияларында ашқан SOS жауап ультракүлгін сәулелену, сутегі асқын тотығы, митомицин, блеомицин және т.б. сияқты агенттермен ДНҚ зақымдалғанда пайда болатын шамамен 40 геннің үйлестірілген индукциясын ұсынды [82].



Сурет 1 - SOS-жауап индукциясы

**Геноуыттылық.** Қазіргі таңдақоршаған ортаның ластануы қоғамның басты алаңдаушылығына айналды. Адамдар әртүрлі химиялық заттарды, әсіресе дәрі-дәрмектер, пестицидтер, тағамдық қоспалар және косметикалық өнімдерді қолданады. Геноуыттылық бұл химиялық және физикалық агенттердің тұқым қуалау процесіне жағымсыз әсерін зерттеу. Геноуытты 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. Геноуыттар - бұл ДНҚ-ға немесе хромосомалық құрылымға зақым келтіретін, осылайша мутацияны тудыратын агенттер. Соматикалық жасушалардағы бұл зақым қатерлі ісік ауруынан бастап әртүрлі ауруларға әкеледі, ал ұрық жасушасының зақымдануы тұқым қуалайтын ауруларды тудырады. Геноуыттарды дәлірек анықтау және түсіну бізге осы генотоуытты агенттердің ықтимал зақымдануының алдын- алуға мүмкіндік береді. Геноуыттылық мутагендікпен жиі шатастырылады, барлық мутагендер геноуытты, бірақ барлық геноуытты заттар мутагендік емес [83]. Мутагендердің генотоксикалығын зерттеу әдістеріне шолу

*Генотоксиндердің бөлінуі және олардың әрекеттері:*

- канцерогендер немесе қатерлі ісік тудыратын агенттер;

- мутагендер немесе мутация тудыратын агенттер;

- тератогендер немесе туа біткен ақаулар тудыратын агенттер; Химиялық қосылыстардың мутагендік қауіптілігін адамдарда тікелей бағалау мүмкін еместігі осы қауіпті бағалаудың әртүрлі сынақ-жүйелерінің құрылуына әкелді. Генотоксикологиялықты анықтау үшін бактериялық LUX биосенсорлары қолданылды. Биосенсорлар қоршаған орта факторларының әсеріне жауап беретін организмдер болып табылады және бұл жауапты сандық түрде тіркеуге және әсер ету факторының белгілі бір биологиялық белсенділігі ретінде түсіндіруге болады. Биосенсорлар ретінде қоршаған орта факторларының интегралды уыттылығын бағалау үшін қолданылатын люминесцентті яғни жарық шығарғыш бактериялар ең көп таралған.

Биосенсорлар. Кең тараған су ортасының уыттылығын бақылаудың алғашқы биосенсорлық жүйелері люминесцентті бактерияларды қолдануға негізделген. Бірқатар жаңа тәжірибелік тәсілдердің пайда болуына қарамастан, LUX-биосенсорлары әлі де биотестілеудің әдістемелік негізін құрайды. Бактериялардың жарық шығаруы энергияға тәуелді процесс, оның қарқындылығы жасушалық зат алмасу жағдайына байланысты. Улы заттар люминесценцияны бактериялық люцифераза ферментінің белсенділігін тежеу ​​арқылы немесе энергия алмасуында теңгерімсіздік тудыру арқылы тежей алады. Сондықтан жарқыраған бактериялар уыттылықтың сенімді және сезімтал сенсоры екенін дәлелдеді.Барлық жарық шығарғыш бактериялар *Vibrionaceae* тұқымдасына жатады (тұқымдастар: *Vibrio, Photobacterium, Aliivibrio*) (сурет 2). Вибриондар алып жатқан экологиялық нишалардың әртүрлілігі осы таксонның құрамындағы көптеген түрлерді анықтайды. Биолюминесценция бактерияларының қабілетін анықтайтын *lux*-оперондары көбінесе көлденең түраралық тасымалдау арқылы таралатыны белгілі. Люминесцентті бактериялар бактериялардың таралу аймағын дамытудың эволюциялық процесінде *lux*-оперондарының рөлі туралы әлі де пікірталас тудыруда. Люциферазалардың оттегі мен УК-сәулеленудің белсенді түрлерінен қорғаныс функциялары туралы мәліметтер бар. Люминесценцияға негізделген симбиотикалық және комменциалды қатынастар көбірек зерттелген болып саналады. Қалай болғанда да, теңіз биотоптарында люминесцентті микрофлораның таралуы жердегі жағдайларға қарағанда өте жоғары, мұнда *Photorhabdus* тұқымдасының бірнеше өкілдері ғана байқалады.



Сурет 2 - Жарық шығарғыш бактериялар (Гителсон.И.,РодичеваЭ.К.,Медведева С.Е. 1984. 280 б.)

Алғаш рет lux - биосенсорларының көмегімен ауыр радиоактивті емес сутегі дейтерий изотопының (D2O) химиялық қосылыстардың геноуыттылығына күшейтетін әсері анықталды және мұндай әрекеттің ықтимал механизмдері зерттелді. Осылайша, нәтижелер lux - биосенсорларын химиялық қосылыстар арасында потенциалды генотоксиканттарды, радиопротекторларды, антиоксиданттарды, комутагендерді анықтау және зерттелетін заттың генотоксикалық әсерінің ықтимал механизмін зерттеу үшін сәтті пайдалануға болатынын көрсетті. Lux биосенсорларлы сынақтардың негізгі артықшылықтары:

*- жоғары сезімталдық*

*- люминесценцияны өлшеудің қарапайымдылығы;*

*- көпкомпонентті қоспаларды бөлудің қажеті жоқ;*

*- әдістің жылдамдығы (талдау уақыты 10–30 мин);*

*- өлшемдерді автоматтандыру және статистикалық өңдеу мүмкіндігі*

Судағы, топырақтағы, тамақ өнімдеріндегі, ауадағы және т.б. химиялық қоспаларды (токсиканттарды) сынау үшін қазіргі уақытта lux биосенсорлары екі нұсқада қолданылады:

*-токсикантпен биолюминесценцияны сөндіруге негізделген;*

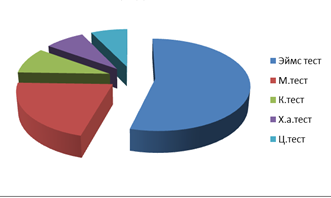
*-токсиканттың биолюминесценция интенсивтілігін индукциялауға (қарқындатуға) негізделген*.

Қоршаған ортаның геноуыттылығын жедел бақылау үшін *Microtox* сынағы Еуропа мен АҚШ-та кеңінен қолданылады. «*Microbics Operations of Beckman Instruments, Inc»* (АҚШ) лиофилденген теңіз люминесцентті бактериялары *Photobacterium phosphoreum* негізінде сынақ реагент әзірленді. *«Microtox»(«Microtox 5TM»)* сауда белгісін алған бұл биосенсор көптеген елдерде қоршаған ортаның уыттылығын жылдам бақылауда кең қолданыс тапты. Ресейде (МГУ, Мәскеу) Микротоксқа ұқсас тест жүйесі «Эколюм» (экологиялық люминометрия) сауда белгісін алған модификацияланған гендік инженерлік жүйелер де жасалынды. Экологиялық люминесцентті диагностикумның бұл нұсқасы *Е.coli* арнайы таңдалған штаммына *lux-оперонды* гендік-инженерлік енгізуге негізделген. Микротокс сынағымен салыстырғанда, Эколюм биосенсорында төмен (15°C) температурада өлшеу жүргізу сияқты шектеулер жоқ, оны өңдеу оңай, арзан, оны пайдалану дайындық операцияларының санын азайтады [84].

Генетикадан білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда Lux-биосенсор ретінде *Escherichia coli* бактерияларының жасушалары мен амфипод тіндеріндегі геноуыттылықты зерттеудің әдістері студенттердің практикалық зерттеу дағдыларын дамытуға, ғылыми әдістемені түсінуге, адам мен қоршаған ортаның қауіпсіздігін арттыруға мүмкіндік береді. Нәтижесінде, зерттеу дағдыларын қалыптастырып, ғылыми инновацияларға жол ашады.

* 1. **Генетикадан білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда Lux-биосенсор ретінде *Escherichia coli* бактерияларының жасушалары мен амфипод тіндеріндегі геноуыттылықты зерттеудің әдістері мен маңызы**

Қазіргі уақытта химиялық қосылыстардың генотоксикалығын эксперименттік бағалауға арналған 200-ге жуық сынақ жүйесі бар, олардың 20-ға жуық әдісі жақсы дамыған және кеңінен қолданылады.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 (сурет 3).

****

Сурет 3 - Соңғы онжылдықта кеңінен қолданылатын генотоксикалық сынақтардың жиілігі

*Хромосомалық аберрация сынағы.*Хромосомалық аберрация тестінің негізгі мақсаты хромосомалардың немесе хроматидтердің жыртылуын тудыратын улы заттарды, сонымен қатар, 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. Mикроядролық 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.

*Еншілес хроматидттердің 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.

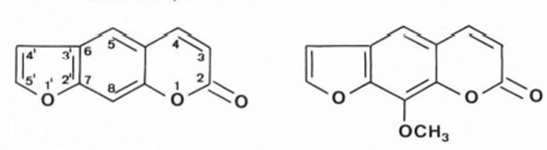
Эймс сынағы. Эймс сынағы химиялық заттардың ДНҚ-да мутагендігін бактерияларды қолдану арқылы анықтайды. Тесттің бір нұсқасында *Salmonella* штаммы қолданылады. Зақымдалған хромосомалар бір-бірімен әртүрлі жолдармен байланысып, қатерлі ісік тудыратын гендерді белсендіруі мүмкін [85].

*Химиялық қосылыстармен мутацияларды индукциялау жағдайы.* Барлық өнеркәсіп салалардың қарқынды даму салдарынан биосфера көптеген жасанды синтезделген химиялық қосылыстармен (пестицидтер, тағамдық қоспалар, дәрі-дәрмектер, бояғыштар, жуғыш заттар және т.б.) толығып, олардың саны жыл сайын артып келеді. 2015 жылғы *Сhemical Abstracts Service* қызметінің мәліметтері бойынша ресми түрде 100 миллионнан астам химиялық қосылыстар тіркелген. Химиялық заттардың адамға кез-келген уақытта денсаулыққа зиянды әсер етуі мүмкін. Мысалы, кейбір пестицидтердің пренатальды әсері ұрпақтарда қатерлі ісік қаупінің жоғарылауына әкелді, сонымен қатар, ересек еркектерде сперматозоидтардың сапасының өзгеруіне, бедеулікке және простата обырына, ал әйелдерде жыныстық жетілудің, етеккір циклінің және овуляцияның репродуктивті бұзылуларына әкелді. Әлемдегі мамандардың ең қарапайым бағалауы бойынша, 48,5 миллионға жуық ерлі-зайыптылар бедеулікке ұшырайды [80,с. 81].

Алғаш рет шыбын дернәсілдері дрозофилаға йодпен әсер ету яғни, химиялық қосылыстармен мутацияларды индукциялау мүмкіндігі 1932 жылы Н.К. Кольцов басқарған эксперименттік биология институтының қызметкері В.В. Сахаровтың тәжірибесінде көрсетілді. Жыныспен байланысты көрінетін мутацияларды талдау шыбындарда тұқым қуалайтын жаңа мутацияларды анықтауға мүмкіндік берді. Дәл осындай нәтижелерді М.Е. Лобашов сол жылдары басқа заттарды қолданған кезде алды. 40 жылдардың ортасында Ш.Ауэрбах пен Дж. Робсон –иприттің (қыша газы), И.А. Рапопорт формалин мен этилениминнің мутагендік әсерін ашты. Кейінірек көптеген басқа химиялық мутагендер табылды, олардың эксперименттері тұқым қуалайтын өзгерістер жасанды түрде туындауы мүмкін екенін көрсетті. Сондықтан химиялық мутагендер жаңа мутацияларды алу және олардың тұқым қуалау заңдылықтарын зерттеу құралы ретінде қызмет етті. Олар жаңа экономикалық маңызды қасиеттері бар өсімдіктер мен микроорганизмдердің мутантты формаларын алу үшін селекциялық жұмыста кеңінен қолданылды. Химиялық мутагенездің көмегімен 1991 жылға қарай КСРО-да негізгі дақылдардың 380-ден астам жаңа жоғары өнімді сорттары құрылды, олардың 116-сы аудандастырылды [86].

Біздің зерттеу жұмысымыз 8-метоксипсораленнің, 9-аминоакридиннің, диоксидиннің эпихлоргидриннің (эхг), метилметансульфонаттың, глиофосаттың геноуыттылық механизміне *Escherichia coli* lux биосенсорларының көмегімен жүргізілді.

8-метоксипсораленнің геноуыттылығы және оны медицинада қолдану. Кумариндер бүкіл өсімдіктер патшалығында кездесетін қосылыстардың өте үлкен класын құрайды. Олар жемістерде, тамырларда, сабақтарда және жапырақтарда болады. Ең маңызды фуранокумариндер- бұл жасушалардың бөлінуіне әсер ететін псорален болып табылады [87]. Псораленді ең алғаш рет Мысыр биохимиктері Фахми мен Абу-Шейди өсімдіктен ең белсенді заттарды бөліп алып, олардың фурокумариндер - жоғары фотосенсибилизациялайтын қосылыстар екенін анықтады. Оның негізгі компоненті 8- метоксипсорален (8-МОП) сығындысы болып табылады (сурет 4). Псоралендер фурокумариннің табиғи өнімі ретінде ДНҚ-ға еніп, ультракүлгін сәулемен активтендірілген кезде ковалентті аддуктар түзеді.



Сурет 4 - Псорален 8-метоксипсорален

Іс-жүзінде жарыққа ұшырайтын терідегі фотохимиялық генотоксикалықты немесе фотохимиялық канцерогенділікті бағалау УК сәулесінің әсерінен химиялық заттардың ағзаға әсер ету қаупін бағалау үшін маңызды.

8-Метоксипсорален (8-MOП)псориаз және витилиго фотохимиотерапиясында қолданылады, ол PUVA терапиясы деп аталады. Мұндай терапияда пациенттерге 8-MОП ішке тағайындалады, содан кейін терінің зақымдалған жерлерін 320-400 нм толқын ұзындығымен ультракүлгін А(УК-А) сәулелендіреді. Фотоактивация нәтижесінде 8-MОП ДНҚ-ның зақымдалуына және оның репликациясының тежелуіне әкеледі. Бұл жасушадағы көптеген морфологиялық және биохимиялық өзгерістерге әкелетін апоптозбен аяқталады. Апоптозға тән қасиет қос тізбекті ДНҚ фрагментациясы нәтижесінде 180-200 жұп нуклеотидтердің сегменттерінің түзілуі. PUVA сәулеленуден кейін 48 және 72 сағаттан кейін осындай бұзылуларға әкеледі, бұл көптеген зерттеулерде көрсетілген. Барлық псоралендер ДНҚ-ның зақымдануын тудыратыны белгілі, іс - жүзінде олар қараңғыда ДНҚ негіздерінің екі жұбы арасында араласа алады және ультракүлгін сәулемен белсендірілгеннен кейін олар пиримидиндермен ковалентті байланысып моноаддуктар мен көлденең байланыстар түзеді. Мұндай зақымданулар бірнеше жүйелерде көрінетін молекулалардың цитотоксикалық және мутагендік белсенділігіне жауап береді, сондықтан PUVA емделетін пациенттер үшін генотоксикалық қауіп тудыруы мүмкін деп саналады [88].

PUVA, псораленді фотохимиотерапия және ұзын толқынды ультракүлгін (УК) сәулелену псориазды тиімді клиникалық емдеуге арналған әдістердің бірі болып табылады. 8-метоксипсорален (8-MOП) - фотосенсибилизация қабілеті үшін PUVA-да ең көп қолданылатын псорален 8-MOП метоксален немесе ксантотоксин деп те аталады. Ультракүлгін сәулеленудің әсері пиримидин негіздері бар циклобутан моноаддуктарын құрайтын фотосенсибилизаторды белсендіреді. Екінші энергия фотоны жұтылған кезде псорален ДНҚ-ның екі тізбегі арасында көлденең байланыс түзеді, бұл ДНҚ репликациясын тежейді және жасуша циклінің тоқтауына әкеледі. Сонымен қатар, ол зақымдалған жасушаларға жақын сау меланоциттерде тирозиназа белсенділігін де, меланин синтезін де жақсарту арқылы пигментацияны күшейте алады [89].

Суда еритін псорален туындыларының прокариоттық және эукариоттық жасушаларында генотоксикалық белсенділікті талдау кезінде алынған кейбір нәтижелер келтірілген. Атап айтқанда, 8-метоксипсораленнің жаңадан синтезделген туындыларын зерттеу кезінде күшті антипролиферативті белсенділікті және шамалы фототоксикалық әсерді көрсеткен. Қытайлық хомяктың v79 жасушаларында мүлдем басқа нәтижелер алынды, жалпы 8-метокси туындылары басқа метокси туындыларына қарағанда мутагенді әсері байқалды. Демек, келтірілген зерттеулерде жаңа дәрілік заттарды қолданумен байланысты генотоксикалық қауіптілікті бағалау бір ғана биологиялық жүйеде алынған нәтижелермен шектелмейтінін растайды.

8-MOП генотоксикалық белсенділігін зерттеу үшін негізінен сүтқоректілердің немесе адамның жасушалық штамдары қолданылады. Дегенмен, 8-MОП генетикалық белсенділік механизмдерін зерттеу үшін ең қолайлы нысандар *Escherichia coli* негізіндегі lux биосенсорларын қамтитын бактериялар болып табылады. Бұл биосенсорлар жарқыраған бактериялардың lux оперонымен біріктірілген индукцияланатын гендердің промоторлары бар рекомбинантты плазмидаларды тасымалдайды. Бұл дизайнда промоторлар сенсорлық функцияны, ал LUX-оперон – репортер функциясын орындайды [90].

Диоксидин геноуыттылығы (1,4-диоксид 2,3 хиноксалин диметанол) жоғары бактерицидтік белсенділігі бар бактерияға қарсы агент болып табылады. Диоксидин Бүкілодақтық ғылыми-зерттеу химия-фармацевтикалық институтында өткен ғасырдың 60-жылдардың соңында жасалды. Фармакотоксикологиялық зерттеулерден кейін диоксидинді 1976 жылы КСРО Фармакологиялық комитеті бактерияға қарсы дәрі ретінде бекітті. Қазіргі уақытта диоксидин іріңді процестерді, жараларды емдеуде қолданылады және хирургияда, травматологияда, оториноларингологияда, офтальмологияда кеңінен қолданылады [91].

Диоксидиннің геноуыттылығы өткен ғасырдың 70-80-ші жылдарында әртүрлі сынақ жүйелерінің көмегімен зерттелді. Диоксидин E.coli жасушаларында ДНҚ зақымдап және S. typhimurium штамм сынағында мутацияларды тудырды. In vivo эксперименттерінде диоксидин тышқандарда сүйек кемігі жасушаларында хромосомалық аберрациялар мен микро ядроларды және жыныс жасушаларында басым өлімге әкелетін мутацияларды тудырды. Кейінірек оның тышқандардың бауыр, өкпе және бүйрек жасушаларында ДНҚ үзілістерін индукциялау қабілеті сипатталды [92].

Диоксидиннің әсері микробтық жасушалардағы ДНҚ биосинтезінің бұзылуына негізделген, ол субингибирлеуші концентрацияларды қолданғанда да байқалатын нуклеотидтік құрылымның терең зақымдалуымен қатар жүреді [57,б. 130].Бұл препараттың бактерицидтік әсері оның жасушалардағы липидтердің асқын тотығуын белсендіру қабілетімен анықталады. Диоксидин ДНҚ биосинтезін бұзады, мембраналық ақуыздарға зақым келтіреді және цитоплазмадағы құрылымдық өзгерістері өлімге әкеледі. Диоксидиннің мутагендік әсері микроорганизмдерде, дрозофилаларда және адамның in vitro лимфоциттерінде байқалды [93].

Эпихлоргидриннің (ЭХГ) геноуыттылығы глицерин, бояғыштар мен беттік белсенді заттардың өнеркәсіптік синтезінің және өнеркәсіптің әртүрлі салаларында, сондай-ақ медицинада қолданылатын синтетикалық материалдарды (негізінен эпоксидті және ион алмастырғыш шайырлар) және полимерлерді алу үшін негізгі жартылай өнімі болып табылады. ЭХГ-жоғары реактивті және өте улы зат, оның улануы қан ақуыздарының сульфгидрил, амин, карбоксил топтарының алкилденуімен және бауыр, бүйрек, өкпе, және ми сияқты өмірлік маңызды органдардың зақымдалуымен байланысты ауыр және жиі өлімге әкеледі. Кеміргіштердегі ЭХГ-ның геноуыттылығын және канцерогенділігін ауқымды зерттеулердің нәтижелеріне сүйене отырып, 1990-шы жылдары қатерлі ісіктерді зерттеу жөніндегі халықаралық агенттік (IARC) оны адамдағы ықтимал канцерогендердің қатарына қосты. Ол қатерлі лимфомаларды, гиперплазияны, папилломалар мен карциномаларды, тері астындағы фибромаларды, кеміргіштердегі гипофиз және өкпе ісіктерін тудырады. Бактериялық сынақ жүйелерде ДНҚ зақымдануы мен үзілуін тудырады, мутагендік белсенділікті көрсетеді. ЭКГ-ның адамға мутагендік әсері 20-ғасырдың 70-80-ші жылдары өндірісте жұмыс істейтін жұмысшылардың лимфоциттеріндегі хромосомалық аберрацияларды зерттеу кезінде көрсетілді [94].

Генетиканы оқытуда білім алушылардың геноуыттылық туралы сауаттылығын арттыру адамзат тіршілігі үшін маңыздылығы өте жоғары. Сондықтан, қай уақытта болмасын өзектілігін жоймайды және білім беру саласында жұмыс жүргізу тиімді, студенттер зерттеу жұмысын жүргізуде химиялық және физикалық агенттердің тұқым қуалау процесіне жағымсыз әсерін зерттеп, жан-жақты ізденіс арқылы терең білімді қалыптастырып зерттеу дағдыларын дамытады.

Глифосаттың уыттылығы. Глифосат (N-фосфонометил-глицин) – кең спектрлі жүйелік гербицид. Ол жоғары биологиялық белсенділікті көрсететін фосфорорганикалық қосылыстар класына жатады және әлемдегі ең көп таралған, кеңінен қолданылатын гербицид болып табылады. Глифосат табиғи жағдайда тұрақты. Табиғатта өтетін реакциялар оның уыттылығын төмендетпейді. Глифосаттың жануарларға арналған потенциалды мутагенділігі оның адамдар үшін генотоксикалығын болжау мақсатында зерттелуде [95].

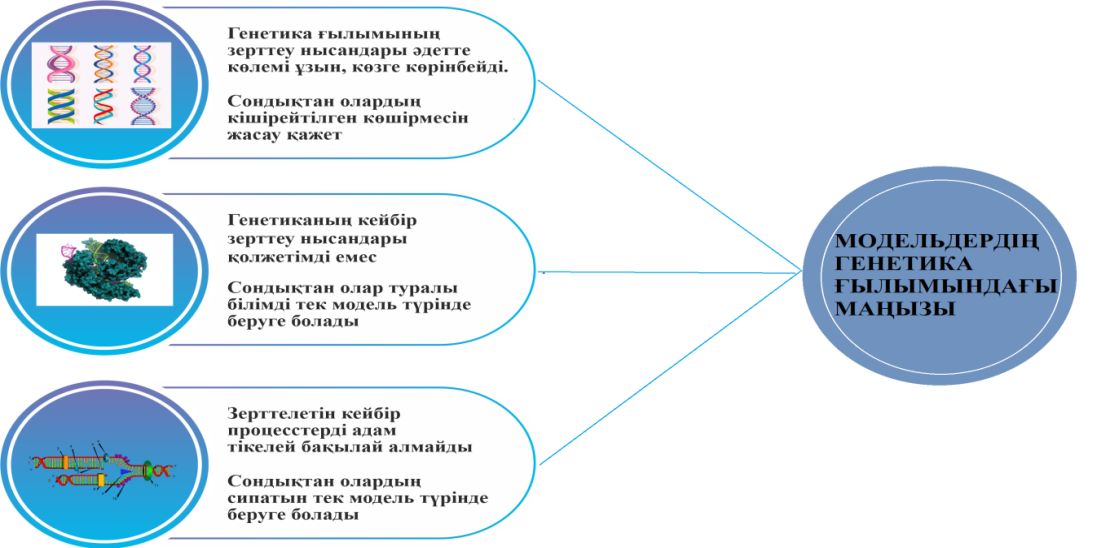
Метилметансульфонаттың уыттылығы (ММС). ДНҚ-ны репарациясын зерттеу үшін ДНҚ-ға зақым келтіретін химиялық агент, генотоксиндердің бірі: *Метилметансульфонат* (MMС) - бұл ДНҚ-ға негізінен гуанин мен аденин негіздерін метилдеу арқылы әсер ететін алкилдеуші агент. Ол геном тұрақтылығының іргелі зерттеулерінде де, химиотерапияда қолданылатын алкилирлеуші агенттердің қалай жұмыс істейтінін түсіну үшін механикалық зерттеулердің үлгісі ретінде де кеңінен қолданылады. Дегенмен, MMС ақуыздардың тотығуы және ацетилденуі сияқты қосымша әрекеттерге ие [96].

Амфиподтар ежелден судың ластану дәрежесін бағалау үшін сынақ нысаны ретінде қолданылған. Амфиподтарды тіршілік үшін маңызды сынақ организмдері ретінде пайдалануға қатысты алғашқы жұмыстар XX ғасырдың екінші жартысында пайда болды. Сол кезден бастап токсикологияда амфиподтарды қолдану бойынша зерттеу жұмыстары жүргізіле бастады. Зерттеу кезінде әр түрлі шаян тәрізділердің, оның ішін де амфиподтардың сенсорлық мүмкіндіктері арқылы қоршаған ортаның ластануын бағалау әдістері жасалып, белсенді қолданылды. Зерттеулердің басым көпшілігі ауыр металдар мен металлоидтардың амфиподтарға жинақталуына арналған. Мысалы, дихлородифенил-трихлорэтан және полихлорланған бифенилдер сияқты органикалық қосылыстардың амфиподтарға уытты әсері бар. Бірнеше органикалық және бейорганикалық қосылыстар үшін өзен шөгінділерінде және бентикалық организмдерде жинақталуы көрсетілген. Органикалық қосылыстардың биоаккумуляциялық моделі *G.pulex* негізінен пестицидтер ретінде қолданылатын бірқатар органикалық қосылыстарды қолдана отырып әзірленді. Жалпы алғанда, амфиподтардың органикалық қосылыстарды биоаккумуляциялау қабілеті әдебиеттерде әлі де нашар ұсынылған және зерттеудің жаңа әдістерін әзірлеу өзекті болып қала береді. Бұл зерттеуде қолданылатын метилметанесульфонат (ММС) - генетика және молекулалық биология саласындағы зерттеу химикаты ретінде және полимерлену, алкилдену және этерификация реакцияларында еріткіш катализатор ретінде кеңінен қолданылатын органикалық қосылыс болып табылады. ММС уыттылығы метил топтарының ДНҚ-ға ауысуына негізделген, бұл мутагендік зақымданулардың пайда болуына әкеледі. Бұл қасиет оны зертханалық жағдайда мутацияларды индукциялаудың құнды құралына айналдырады, бұл зерттеушілерге гендердің қызметі мен ДНҚ репарациялау механизмдерін зерттеуге мүмкіндік береді. MMС адам үшін канцероген болып табылады. Метилметансульфонатының әсері көбінесе зертханалық жағдайда қолданумен шектелетін сияқты, өйткені бұл химиялық зат өнеркәсіпте қолданылмайды. Уыттылықты бағалаудың және биоаккумуляцияны анықтаудың бірнеше әдістері бар. Су түрлерінің тіндеріндегі химиялық қосылыстарды анықтаудың физикалық әдістеріне сұйық хроматография–тандемдік масс-спектрометрия, 140С-тан радиоактивтілікті өлшеу және тағы басқа жатады. Химиялық емес, уытты әсерді өлшейтін әдістер бар, олардың бірі-мутагенез жылдамдығын бағалайтын Эймс сынағы. Тағы бір мысал-ДНҚ-ны зақымдайтын агенттерді тежеуге мүмкіндік беретін SOS-хромотест. Қазіргі уақытта қоршаған ортаның улы заттармен ластануын анықтау үшін бактериялық люкс-биосенсорларды, яғни биолюминесценцияға қабілетті бактерия жасушаларын қолданатын биотестілеу әдістері кеңінен қолданылады. Табиғи люминесцентті микрогранизмдер әдетте жалпы (немесе интегралды) уыттылықты анықтау үшін қолданылады, ол биолюминесценцияның сөнуін өлшеу арқылы бағаланады, яғни жасушаның өміршеңдігі немесе метаболизмі бұзылған кезде оның жарығы төмендейді. Стресс-индукцияланатын промоторлардағы *lux* гендері бар гендік-инженерлік штаммдарға негізделген Lux-биосенсорлар табиғи люминесцентті бактерияларға қарағанда сезімтал және қосымша токсиканттар класына тән. Стресстен туындаған биосенсорлар арқылы алынған нәтижелер Эймс сынағы арқылы алынған нәтижелерге сәйкес келетіні көрсетілген. Тұтас жасушалы люкс-биосенсорларды қолдану өзінің артықшылықтары мен шектеулері бар. Жалпы, қоршаған орта мен тіндердегі химиялық заттардың құрамын анықтаудың физика-химиялық әдістері әдетте аса сезімтал болады. Дегенмен, Lux-биосенсорлар тірі жасушаның биожетімділігі мен уытты әсерін бағалай алады, бұл жаңа қосылыстар мен олардың метаболиттерінің уыттылығын зерттеуде және экологиялық қауіптерді бағалауда маңыздырақ болуы мүмкін [97,98].

Жоғарыда келтірілген генетикадан ғылыми зерттеу жұмыстарының нәтижелі және кәсіби деңгейде меңгерілгендігі зерттеу жұмыстарында көрсетіледі. Сонымен қатар білім алушылардың генетикадан зерттеу дағдыларын қалыптастырудың құрылымдық-мазмұндық моделін даярлаудың негізі болып табылады.

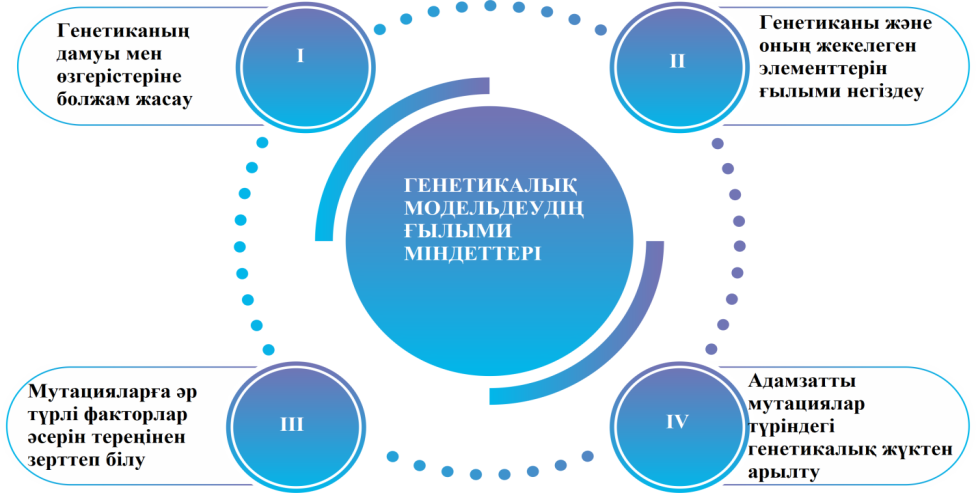
**1.4** **Генетика курсын оқыту барысында білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың құрылымдық-мазмұндық моделі**

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 дәлелдеді. Олар студент және оқытушы рөлдерін орындай отырып, бағытталған зерттеу және бірлескен оқыту әдістерін қолданады. Модельден ақпарат немесе нәтиже алу модельге негізделген қорытынды деп аталады [99]. Модельдер молекулалық құрылымды және атап айтқанда материалды түсінуде ерекше маңызды рөл атқарады. 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 (сурет 5) 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 келетіндей етіп үйренуге мүмкіндік береді [100].



Сурет 5 - 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 (сурет 6) генетикалық процесстерді модельдеудің ғылыми міндеттері келтірілген.



Сурет 6 - Модельдеу әдістерінің генетика ғылымындағы міндеттері

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 [101].

Педагогика ғылымындағы модель дегеніміз - белгілі бір көзқарастар мен идеялар жүйесі негізінде құрылған құбылыстың жалпы бейнесі, ол шығармашылық еңбек арқылы зерттейтін тақырыпты түсінуге және сипаттауға көмектеседі. Әлемнің жетекші университеттері мен ғылыми орталықтарында білім беру мекемелерін бақылау мен басқарудың инновациялық модельдерін құру және реформалауда бірқатар зерттеулер жүргізілуде [102].

Г.В. Суходольский педагогикалық зерттеулердегі модельдің практикалық мәні, объектінің зерттелетін аспектілеріне сәйкестігімен анықталатынын атап өтті. Модельдің құрамы зерттеу мақсатына байланысты және зерттеу объектісінің кез келген сипаттамаларын қадағалауға мүмкіндік береді [103]. Соңғы жылдары педагогикалық модель ұғымы қазіргі педагогикалық ғылымның тұжырымдамалық кеңістігінде жиі қолданылады. Көптеген педагогикалық жұмыстар үшін осы тұжырымдамамен жұмыс істеу мақсатты айқындайтын жүйе болып табылады. Жоғарыда педагогикалық модель ұғымының анықтамасында модельдеудің жалпыланған объектілері: объектінің қасиеттері, ерекшеліктері, сипаттамалары; объектінің ішкі ұйымдастырылу принциптері; объектінің жұмыс істеу принциптері келтірілген*.* Объектінің қасиеттері, белгілері, сипаттамалары және басқа да атрибуттары оның мазмұнын құрайды, ішкі ұйымдастыру принциптері құрылымды анықтайды, ал жұмыс істеу принциптері оның функционалдығын сипаттайды. Бұл зерттелетін объектіні жүзеге асыруға бағдарлануымен байланысты болуы керек. Педагогикалық модельдердің бастапқы типологиясы мазмұнды, құрылымды, функционалдылықты қамтитын педагогикалық үлгілердің негізгі түрлері:

*мазмұны; құрылымдық; функционалды.*

- мазмұндық модельдер - зерттелетін педагогикалық объектінің мазмұны болып табылатын педагогикалық модельдердің бір түрі; - құрылымдық модельдер - зерттелетін педагогикалық объектінің құрылымы болып табылатын педагогикалық модельдердің түрі;- функционалдық модельдер – педагогикалық зерттелетін объектінің белгілі бір, педагогикалық маңызды функцияларын жүзеге асыруға бағытталған.Педагогикалық модельдердің негізгі түрлері үлгілердің туынды түрлерін қалыптастыруға негіз болады, олардың негізін модельдеудің қос субъектісі құрайды: олар, құрылымы мен мазмұны немесе құрылымы мен функционалдығы, және объектінің мазмұны мен функционалдығы болып табылады [104].

Модель ғылыми білім кеңейген сайын дамитын динамикалық жүйе. Модельдер қалыптасқан педагогикалық процестің құрылымын білдіреді. Модельдеу әдісі интегративті болып табылады, ол педагогикалық зерттеуде эмпирикалық және теориялық әдісті біріктіруге мүмкіндік береді, басқаша айтқанда, педагогикалық объектіні зерттеу барысында логикалық құрылымдар мен ғылыми абстракцияларды құрастырумен экспериментті біріктіреді.

Генетикадан білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру негізінде  *мақсатты, ақпараттық-әдістемелік, белсенділік, нәтижелік компоненттер* тұтастықта қарастырылды [105-106] Аталған компоненттер өлшемдер мен көрсеткіштерді, деңгейлерді анықтауға мүмкіндік береді (кесте 1).

Кесте 1 – Білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың компоненттері

|  |  |
| --- | --- |
| Білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың компоненттері | |
| Мақсатты компонент  Мақсаты: зерттеу дағдыларын қалыптастыруда қол жеткізілген нәтижелердің дұрыстығын бағалау.  Принциптері: обьективтілік, жүйелілік, диагностика. | Ақпараттық-әдістемелік компонент  Әдіс-тәсілдер, технология: SPTC, инновациялық оқыту технологиялары, TPAC негізіндегі STEM әдісі, модельдеу, проблемалық оқыту(PBL),ойын әдісімен оқыту(GBL). |
| Белсенділік компонент  Критерилер: мотивациялық, когнитивтік, іскерлік, скафоллдинг. Өлшемдер мен көрсеткіштер: таксономия коэфициенттері. Деңгейлер: репродуктивті, продуктивті, рефлексивті | Нәтижелік компонент  Зерттеу дағдыларын қалыптастыруда білім алушылардың қол жеткізген оқыту сапасын бағалау, нәтижелерін саралау, түзету және сапасын арттыру. |

Зерттеу дағдыларын қалыптастыру тиімділігін дамыту деңгейлері: *репродуктивті, продуктивті, рефлексивті* болады. Дағды тек интеллект қана емес, ол сонымен қатар нәтижелі іс-әрекет, қабілет және ішкі мотивация. Қалыптасқан зерттеу дағдыларын тиімділігін бағалау критерийлері ретінде Новикова Е. В. «мотивациялық», «когнитивті», «белсенді» және «рефлексивті» бағалауды қарастырған [107]. Осыны негізге ала отырып біз компанент мазмұнына байланысты төмендегідей деңгейлер мен бағалау критерийлерін ұсындық (кесте 2).

Кесте 2 - Зерттеу дағдыларының қалыптасу деңгейлері

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Критерий | Зерттеу дағдыларының қалыптасу деңгейлері | | |
| Репродуктивті | Продуктивті | Рефлексивті |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Мотивациялы | Зерттеу дағдылары нашар көрінеді, ғылыми-зерттеу қызметіне қызығушылық жоқ, пассивтілік және зерттеу қызметімен байланысты сабақтан тыс іс-шараларға қатысуға құлықсыздық. | Зерттеу құзыреттілігі тұрақты, ғылыми-зерттеу қызметіне қызығушылық бар. | Зерттеу дағдылары айқын көрінеді, ғылыми-зерттеу қызметімен байланысты түрлі жобаларға қатысуға ынталандыратын тұрақты қызығушылық бар. Ол зерттеу қызметінің маңыздылығы мен маңыздылығын түсінеді, өзін-өзі тәрбиелеумен айналысады. |

1. - кестенің жалғасы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Когнитивті | Теориялық практиканың жеткіліксіз қалыптасуы.  Ситуациялық білім, Коммуникативті дағдылары әлсіз дамыған. | Студент ғылыми-зерттеу жұмыстарын дәлелді түрде қорғауға қабілетті. Коммуникативті дағдылар жеткілікті түрде көрінеді. | Терең және берік білімі бар  зерттеу қызметінің мәні, мазмұны, құрылымы.  Білімді қолдануға шығармашылық көзқарас. Коммуникативті дағдылар: серіктесті қабылдаудағы толеранттылық. |
| Іскерлік | Нашар дамыған дағдылар  сабақтан тыс жұмыстардың әртүрлі түрлерін ұйымдастыру. Әлсіз олар өздерін талдау және сыни тұрғыдан бағалау қабілетіне ие зерттеу қызметі. | Жеткілікті дәрежеде  әр түрлі ұйымдастыру дағдылары дамыған  өзінің оқудан тыс зерттеу қызметінің түрлері. Семантикалық бағдарларды талдау және сыни тұрғыдан бағалау қабілетіне ие  дегенмен, жеке зерттеу қызметі пысықтау мен жетілдіруді қажет етеді. | Студент әр түрлі ғылыми-зерттеу қызметін жетілдіруге бағытталған іс-шаралар ұйымдастыруды толық біледі. |
| Скаффолдинг | Дағдылардың нашар дамуы  зерттеу қызметінің интроспекциясын, өзін-өзі бағалауын және рефлексиясын жүзеге асыру. Зерттеу жұмысын бақылау және түзету мүмкіндігі жоқ қызметі. Өзін-өзі бағалаудың жеткіліксіздігі | Студент өзінің ғылыми-зерттеу қызметін жетілдіру , өзін-өзі талдау, өзін-өзі бағалау және рефлексиялау, бақылау және түзету, өзінің зерттеу қызметін жүзеге асырудың маңыздылығын түсінеді, бірақ олар жетілдіруді талап етеді. Негізінен өзін-өзі бағалау. | Студент дағдыларды толық меңгерген  өзінің, ғылыми-зерттеу жұмыстарының өзін-өзі талдауын, өзін-өзі бағалауын және рефлексиясын жүзеге асыра алу қызметі. Өзінің зерттеу қызметін бақылауға және түзетуге қабілетті. |

*Репродуктивті деңгейде* ғылыми-зерттеу қызметіне қызығушылықтың тұрақсыз, зерттеу білімін, дағдыларын игеруге жауапсыздық, ұйымдастырушылық қабілеттер айқын көрінбейді. Жалпы зерттеу әрекеттерін нашар түсінеді.

*Продуктивті деңгейде* Ғылыми зерттеулерге деген көзқарас негізінен қалыптасқан, өзін-өзі жетілдіру қажеттілігі тұрақты, талдау және синтез элементтеріне ие, бірақ бұл білімді зерттеу мәселелерін шешуде қолдану қиынға соғады.

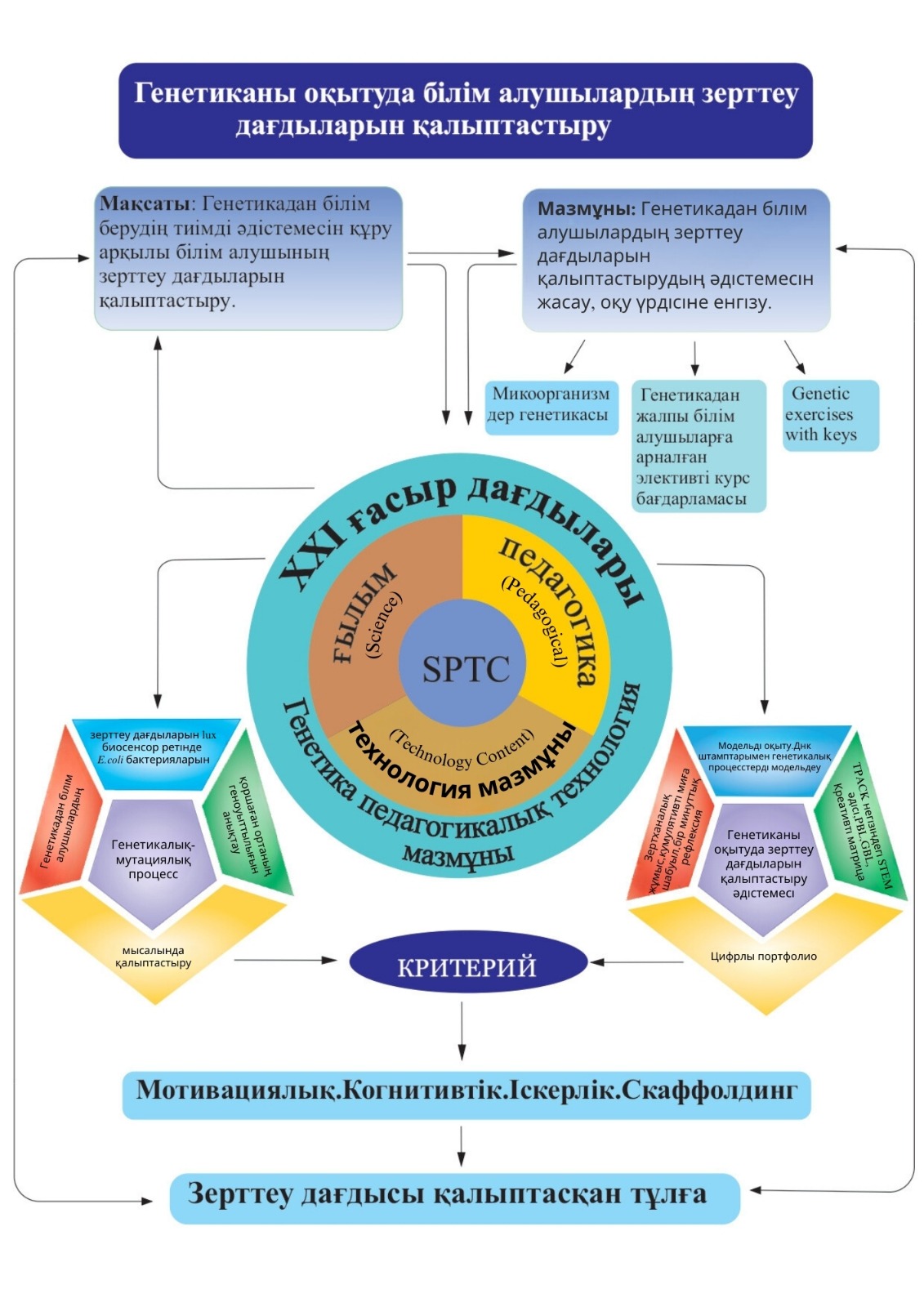
*Рефлексивті деңгейде* барлық дерлік зерттеу қасиеттерінің айқын көрінуімен, ғылыми-зерттеу қызметіне оң көзқараспен және оның әлеуметтік рөлін түсінумен сипатталады. Кәсіби өзін-өзі жетілдірудің тұрақты қажеттілігі, кәсіби интеллект пен ұйымдастырушылық қабілеттердің дамиды.

Білім алушылардың зерттеу дағдыларының көрсеткіштері мен өлшемдері Блум таксономиясына сүйене отырып құрастырылды. Блумның 6 деңгейі коэфициентпен-(К1) көрсетілген (кесте 3). Таксономияларды қолдану білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда тапсырмалар мен бағалауларды нақты ұсынуды қамтамассыз етеді.

Кесте 3 - Білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың өлшемдері мен көрсеткіштері

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Зерттеу дағдыларын қалыптастырудың бағалау критерилері ( мотивациялық, когнитивтік, іскерлік, скафоллдинг), өлшемдері мен көрсеткіштері | | |
| Өлшемдер | Өлшем коэфициенттері | Көрсеткіштер |
| Білу және қызығушылық  Біздің мақсатымыз қандай? | К1 | Білім алушылар сұрақтарға жауап береді, қандай білім қажет екенін нақтылайды. |
| Түсіну және анықтау  Бізге не керек? | К2 | Білім алушылар тиісті әдістемені қолдана отырып, қажетті ақпаратты, деректерді табады және жасайды. |
| Қолдану және талғампаздық  Біз не нәрсеге сенеміз? | К3 | Білім алушылар дереккөздердің, ақпараттың, мәліметтер мен идеялардың дұрыстығын анықтайды және өздерінің зерттеу процестерін көрнекі етеді. |
| Талдау,синтездеу және шығармашылық  Бұл нені білдіреді? | К4 | Білім алушылар ақпаратты, деректерді сыни тұрғыдан талдайды және жаңа білімді синтездейді. |
| Жинақтау және үйлесімділік  Біз оны қалай ұйымдастырамыз? | К5 | Білім алушылар үлгілерді, тақырыптарды анықтау, топтар мен процестерді басқару үшін ақпарат пен деректерді ұйымдастырады. |
| Бағалау және конструктивтік  Біз қалай байланыстырамыз? | К6 | Білім алушылар қажеттіліктерді тыңдай отырып, талқылайды, тыңдайды, жазады, пікірлерге жауап береді және зерттеу нәтижелерін түсіну және қолдану процестерін орындайды |

Осылайша, Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру моделі төмендегідей өрбиді (сурет 7):

Сурет 7 - Генетика курсын оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың құрылымдық-мазмұндық моделі

Білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың құрылымдық моделінің мақсаты: «Генетикадан білім берудің тиімді әдістемесін құру арқылы білім алушының зерттеу дағдыларын қалыптастыру». Мақсатқа жетуде зерттеу міндеттерін орындаудың мазмұны ұсынылды:

* Элективті курстың мазмұнын толықтыру, генетикадан оқу әдістемелік құрал әзірлеу және оқу үрдісіне ендіру;

Генетика пәнін оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру үшін жаңа ұғым SPTC (Science Pedagogical Technology Content) Ғылым Педагогика Технология Мазмұнындық білімдерді біріктіруге бағытталған тәсілдер сипатталды. **SPTC ұғымы** — STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) және TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) технологияларын біріктіру мақсатында оңтайландырылған жаңа термин болып табылады. SPTC ұғымы STEM және TPACK концепцияларын біріктіріп, заманауи білім беру жүйесінің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Оқу мен оқытуды тек пәндік біліммен ғана емес, оны тиімді жеткізу мен қолдану тәсілдерімен де байыта отырып, білім беруде жаңа технологиялар мен тиімді әдістерді ұсынады.

**Science** – ғылым бұл маңызды негіз. Зерттеу жүргізу және зерттеулердің негізінде жаңа теориялар мен технологияларды әзірлеу. Білім алушыларға табиғаттың негізгі заңдарын түсінуге, ғылыми әдіс-тәсілдермен жұмыс істеуге және тәжірибе арқылы жаңа білімдер алуға мүмкіндік береді.

**Pedagogical** - Білім беру үдерісін ұйымдастыруда тиімді әдістер мен стратегияларды қолдану және оқыту нәтижелілігін арттыру.

**Technology** - бұл білім беру процесінде жаңа заманауи технологияларды тиімді қолдануды және білім алушылардың қажеттіліктеріне сай зерттеушілік, цифрлық дағдыларды дамыту

**Content-** мазмұндық білім тек теориялық тұрғыда ғана емес, сонымен қатар оның практикалық тұрғыда қолданылуын да қамтиды.

**SPTC** ұғымын жиынтық түрде қарастырсақ, әрбір компонент білім беру үдерісіне өз үлесін қосып, оқытуды көпқырлы, әрі тиімді етуді мақсат тұтады.

Зерттеудің мақсатын жүзеге асыру үшін оқу процесі екіге бөліп ұйымдастырылады, олар:

1. *Генетикалық-мутациялық процесстер*. *E.Coli* MG1655 Lux-биосенсорларын қоршаған ортанығ геноуыттылығын зерттеуде қолданудың маңызына байланысты зерттеу жұмыстары жүргізіледі.

2. *Генетиканы оқытуда зерттеу дағдыларын қалыптастырудың әдістемелері*.Интербелсенді әдістер: Зертханалық жұмыс, Кумулятивті миға шабуыл, Бір минуттық рефлекция; *Модельдеу арқылы оқыту:ДНҚ* штамптарымен генетикалық процесстерді модельдеу; *TPACK негізінде STEM интегративті оқыту*, (PBL,GBL, креативті матрица);  *Цифрлы портфолио.*

*Критерийлер*: Мотивациялық, Когнитивтік, Іскерлік, Скаффолдинг.

Білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудағы мотивациялық критерий бойынша білім алушылардың арнайы тапсырманы жеке және топпен орындау барысында, зерттеу тәсілі туралы жоғарыда айтылған интербелсенді оқыту әдістері негізге алынады.

*«Когнитивті критериде»* Теориялық практиканы меңгерудеоқытушымен бірлескен іс-әрекет негізінде білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру. «*Мотивациялық критериде*» Генетикалық мутацияның пайда болуына әсер ететін факторларды, мутагенез және концерогенез яғни геноуыттылық кезінде жүретін молекулалық генетикалық процестерді анықтау жұмыстары жүргізіледі. Ары қарай молекулалық генетиканың процестері көптеген білім алушылар үшін ДНҚ, РНҚ және ақуыздың молекулалық құрылымын, ДНҚ репликациясы, ақуыз синтезі, мутация процестерінің ДНҚ да қалай жүзеген асатыны сияқты жасушааралық процестерді түсіну қиындық тудыратынын ескере отырып, теория мен практиканы байланыстыратын конструктивті көпір ретінде *модельді оқыту әдісі* қолданылады. Мутация мен ДНҚ репликациясын, CRISPR және ДНҚ мен байланысты жүретін тағы басқа процесстерді модельдеу үшін арнайы *ДНҚ штамптары* жасалады.

*«Іскерлік критерий»*бойынша білім алушылар ғылыми- зерттеу іскерліктерін өз бетінше жүргізеді. Бұл критериде білім алушыларға зерттеу жұмысын жүргізуде және нәтижеге жетуде*TPACK* негізіндегі *STEM* оқыту әдісі қолданылды. *STEM* оқыту әдісінің тиімділігін анықтауда аралас оқыту әдістері *Problem-based learning әдісі (PBL),* *Game‑Based learning (GBL),* Креативті матрица әдістері қолданылады. *Problem-based learning әдісі (PBL)*- бұл оқытудың маңызды инновациялық әдісі, бұл бөлімде білім алушылардың алған теориялық-практикалық білімдерін әдісі күрделі проблемалы есептерді шешу барысында дамытып, білім алушылардың сын тұрғысынан ойлау, өңдеу, есептеу, шешім қабылдау қабілеттерін дамытады. *Game‑Based learning(GBL)-*оқу іс-әрекеттері үшін, әсіресе ғылымда маңызды балама құралдар болып табылатын мотивациялық бағыт. GBL әдісінде *«Geniventure»* деп аталатын цифрлық ойын әдісі қолданылады. *«Скаффолдингті бағалау критериі»*кезінде білім алушылар мотивациялық критерий, когнитивті критерий, іскерлік критерилерінде алған білімдерін жинақтай келе цифрлы портфолио құрастырады. Бұл білім алушының электронды түрдегі оқу, шығармашылық жеке жетістіктерінің жиналуы және бағалануы. Цифрлы портфолио мазмұны- біртұтас білім беру стратегиясының элементі ретінде білім алушылардың оқу құзыреттілігін ғана емес, өзін-өзі ұйымдастыру қабілетін, коммуникативтік және зерттеу дағдыларын көрсетеді, білім беру маршруттары мен оның нәтижелерін айқындайды. Соңғы жылдары білім беру инновацияларын талқылау кезінде "Скаффолдинг" метафорасы оқу проблемалары саласында көбірек қолданыла бастады. Скаффолдинг (көпіршелер тұрғызу)- құрылыс тірек термині болып естілгенмен қысқа мерзімде көбірек ақпарат алуға көмектесетін оқыту технологиялары болып табылады. Скаффолдинг стратегиясы дәстүрлі әдістерге қарағанда әлдеқайда тиімді. Скаффолдинг Выготский енгізген *жақын даму аймағының* тұжырымдамасымен тығыз байланысты. Яғни, білім алушыға жақын даму аймағына өтуге және өз бетінше орындай алмайтын тапсырманы орындауда оқытушының қолданатын интербелсенді оқыту әдістерін сипаттайды (сурет 8). *Жақын даму аймағының* тұжырымдамасының мәні - бұл оқытушылар өз білімдерін жетілдіріп, дағдыларын дамыта алатындай етіп, білім алушыларға оқуға көмектесуі керек» деп есептеді. Метафораның алғашқы кеңейтілген түсіндірмесі Вуд, Брунер және Росстың мақаласында қарастырылған [108].



Сурет 8 -Жақын даму аймағы

Егер бұрыннан қалыптасқан білім мен дағдыларды білдіретін қалыптасқан даму аймағы үш концентрлі шеңбердің орталығы ретінде қарастырылса, онда екінші шеңбер - жақын даму аймағы, ал өзекті даму деңгейі үшінші шеңбер. Оқу үшін білім алушы қалыптасқан даму аймағынан жақын даму аймағына өтуі керек. Осылайша оқу процесінде тереңірек түсіністік пен үлкен нәтижеге қол жеткізеді [109].

Скаффолдинг стратегиясының мәні – жеке дара оқытумен салыстырғанда, білім алушылар дағдылары мен білімінің кең ауқымы бар оқу процесінің топпен немесе оқытушымен ынтымақтаса отырып білім алуы тиімді болады. Мұнда оқытушылар немесе топ студенттері "скаффолдинг" болып табылады, ол білім алушыға өзінің шеберлік шекараларын кеңейтуге және көбірек білуге көмектеседі [110].

Генетика пәнін оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру Ғылым Педагогика Технология мазмұнын (Science Pedagogical Technology Content) ұғымы, пән бойынша жүзеге асырылатын генетикалық ғылыми процесстер және тиімді оқыту әдістемесін ұйымдастыруда педагогикалық процесстерді жүзеге асырудың өзара байланысымен сипатталды.

Зерттеу дағдыларын қалыптастыруға бағытталған интербелсенді және инновациялық әдістер, зертхана, Модельдеу, STEM интеграциялық білім беру, TPACK жүйесіне негізделген ғылыми сауаттылық пен цифрлы сауаттылық бірігуі, PBL- проблемаға негізделген оқыту, GBL-ойынға негізделген оқыту және т.б әдістер қолданылды. Нәтижесінде бәсекеге қабілетті генетикалық зерттеу дағдылары қалыптасқан білікті маман даярланды. Осылайша, зерттеу дағдыларын қалаптастыруда білім алушы оқытушы көмегін қолдана отырып, кәсіби білімдерді кезеңімен игереді.

Зерттеу дағдыларын қалыптастыру - бұл оның толық мазмұндық құрылымын сапалы өзгертуді қажет ететін үдеріс. Сол себепті, біз зерттеу дағдыларын қалыптастырудың Блум таксаномиясына сүйене отырып мынадай аспектілерін қарастырдық: Қызығушылық, түсіну, қолдану, жинақтау, талдау және бағалау.

Қызығушылық кезең – студенттер жалпы зерттеу дағдыларын қалыптастыру іс-әрекеттерге қызығушылық танытатын кезең. Түсіну кезеңі – зерттеу дағдыларының функциональдық жүйесін зерттеп отырған ұғымды түсініп дәл сипаттайды. Қолдану студенттерде зерттеу дағдыларын қалыптастыру үдерісінде алған білімдерін қолдана білу, талдап жіне бағалай білу оларға өздігінен жұмыс істеуге, өзін-өзі тану, өзін-өзі дамыту және осы іс-әрекеттер арқылы соңында өзіндік белсенділікке бағыттайды. Биолог студенттерде зерттеу дағдыларын қалыптастыру жеке дамумен қатар жүретін үдеріс. Бұл кезеңдердің сатылап жүруі, генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларының қалыптасуы сапалық тұрғыдан жаңа деңгейге ауысып отыруымен қатар жүретіндігі анық. Біз ұсынып отырған құрылымдық-мазмұндық модельдің нәтижелік компоненті зерттеу дағдысының қалыптасу деңгейін анықтау арқылы, оның тиімділігін көрсетуге мүмкіндік береді.

XXI ғасыр жаһанданудың және ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың қарқынды дамуымен ерекшеленеді. Технологияның қарқынды дамуы және ақпараттың таралуы елдің экономикасына, мәдениеті мен саясатына әсер ететін білімнің кеңеюіне әкеледі. Бұл білім беру жүйесін жүзеге асырудағы жаһандық өзгерістер.

Қазақстан Республикасында білім беруді және ғылымды дамытудың ең бірінші мақсат – қазақстандық білім мен ғылымның жаһандық бәсекеге қабілеттілігін арттыру, жалпы адамзаттық құндылықтар негізінде тұлғаны тәрбиелеу және оқыту. Мемлекетімізді дамыған өркениетті елдер деңгейіне көтеру үшін болашақ ұрпақты мектеп қабырғасынан бастап жан-жақты білімді, кәсіпкерлік ортаға бейімді етіп тәрбиелеу басты бағытымыз. Ал дамудың негізі – білімде. Білім беру саласындағы әлемдік білім кеңістігіне ұмтылуға байланысты жасалынып жатқан талпыныстар білім алушылардың дербестігін, іздемпаздығын, белсенділігін мен шығармашылық дағдыларын дамытуды талап етеді [111].

Дағды– жеке адамды шеберлікке үйретуге, жаттықтыруға және игеруге болатын іс-әрекеттің құрамдас бөлігі [112].

*PISA-* (*Programme for International Student Assessment)* халықаралық салыстырмалы зерттеу шеңберлі бағдарламасының негізгі нәтижелеріне сүйенсек, білім алушылардың интеллектуалдық дамуына зерттеу дағдыларының қалыптасуы маңызды әсер етеді [113].

Зерттеу дағдылары дегеніміз- сұраққа жауап яғни мәселенің шешімін табу қабілеті. Қоғамда зерттеулер мен статистикалық талдауларға негізделген ақпарат көлемі артып келе жатқандықтан зерттеу дағдылары зерттеу жұмысын жүргізетіндерге ғана қажет емес, барлық білім алушылар үшін маңызды. Білім алушылар игерген зерттеу дағдыларын өмірде пайдаланып қана қоймай, болашақта инновацияларды құра алуы тиіс [114].

Негізгі білім беру бағдарламасында зерттеу дағдылары егжей-тегжейлі ұсынылған және бұрынғы әмбебап білім беру әрекеттеріне сәйкес жіктелген. Ұсынылған алгоритмге сәйкес зерттеу дағдыларын қалыптастырудың психологиялық-педагогикалық ерекшеліктерін анықтау үшін оның қазіргі білім беру кеңістігіндегі ережелері мен тиімділігін анықтау қажет [115].

«Зерттеу» түсінігі «Жаңа білім алу процесі және танымдық әрекет түрлерінің бірі болып табылады» делінген. Зерттеу әдістерін: *теориялық әдістер* қарама-қайшылықтарды анықтау және шешу, проблема қою; *болжам жасау әдістері*-талдау, салыстыру, абстракциялау, нақтылау; *эмпирикалық әдістер-* танымдық іс-әрекеттер зерттеу, мониторинг, бақылау, сұрақ қою, тест деп қарауға болады [111,б. 150]. Көптеген елдерде білім жаңа мақсаттарға, дағдыларға, оқыту мен оқытудың жаңа құрылымдық көзқарастарына және бағалаудың жаңа стратегияларына бағытталған [116].

Білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру проблемалары биологиялық білім беруді талдау және ғылыми түсінікті қалыптастыруда келесі функцияларды анықтады:

а) білім беру бағдарын күшейту орталығы білім алушылардың зияткерлік, шығармашылық және адамгершілік әлеуетін дамытуға;

б) білім беру нәтижесі болып табылатын дағдыларды қалыптастыру;

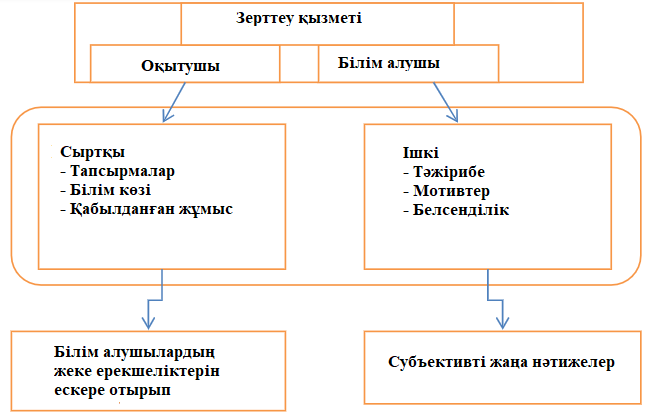
с) оқу іс- әрекетінің негізгі құрылымдық компоненті ретінде әмбебап дидактикалық құралдарды құру [117]. Зерттеу дағдыларын жоғары білімнің негізі деп санауға болады, өйткені олар бәсекеге қабілетті мамандарды дайындауға ықпал етеді. Осы себепті білім, білік және дағдыларды біріктіру арқылы білім алушының тұтастығына ықпал ететін дағдыларды дамыту өте маңызды.

*Танымдық дағдылар* - оқытушыларға мүмкіндік беретін тәсілдер, инновациялар мен әдістемелерді түсіну, тексеру, салыстыру және бағалау қабілеттері;

*Зерттеушілік дағдылар -* бұл зерттеушінің қабілетіне қарай зерттеуде әртүрлі әдістерді қолдану, орындау дағдыларын білдіреді;

*Қарым-қатынас дағдылары* - зерттеушіге өзінің қабілетін көрсету арқылы білімді қалыптастыру [118].

Ұлы реформатор-педагог Я.А.Коменский жастарды оқыту кезінде оларды белсенді бақылауға, қоршаған әлемді зерттеуге бағыттау керек, ол арқылы заттардың, құбылыстардың мәнін түсінуге болады. Осыған байланысты Я.А. Коменскийдің: «Адамдарға өз білімдерін кітаптардан емес, аспан мен жердің өзін бақылап отыруға үйрету керек, сондықтан олар тек басқа адамдардың бақылаулары мен түсіндірмелерін іздемей, объектілерді зерттеп, таниды» деген қызықты тұжырымы бар [119]. Биолог ғалым А.Я. Герд алғашқылардың бірі болып педагогикалық оқытудың зерттеу әдісін ұсынған. Онда когнитивті оқыту процесінде зерттеу қызметінің рөлі мен маңыздылығы нақты анықталған: «барлық нақты білімді адамзат бақылау, салыстыру және эксперимент арқылы, ақпараттық тұжырымдарды қолдана отырып алады. Б.Е.Райков зерттеу әдісін "белгілі бір оқиғаларды тәуелсіз бақылауға негізделген белгілі бір логикалық процесті басқаратын оқыту әдісі» деп сипаттайды. Яғни зерттеу әдісінің маңыздылығы логикалық ойлау дағдыларын дамытуға ықпал етеді деген көзқараста болды [120]. Оқытушы зерттеу мақсатына жету үшін ақпарат көздері мен құралдарды ұсынады, студенттердің жеке қабілеттіліктерін ескере отырып тапсырмалар береді. Күтілетін нәтиже студент білім мен дағдыларды игереді, интеллектуалдық және жеке қабілеттерін дамытады. Сонымен бірге студенттердің зерттеу объектісі нақты шындық, ал оқыту әдісі оқытушының тікелей немесе жанама басшылығымен тәуелсіз зерттеу қызметі болуы керек. Яғни, зерттеуші студенттерді тек зерттеуші мұғалім ғана тәрбиелей алады. Бұл зерттеу қызметін ұйымдастырудың талдауы (сурет 9) көрсетілген.



Сурет 9 - Зерттеу қызметінің екі жақты сипаттамасы. Nurova O.S. (2022)

Педагогикалық жұмыстың зерттеушілік сипаты көрнекті орыс педагогы К.Д. Ушинскийді де қызықтырды. Ол практикалық эксперимент арқылы алған білімді ешқандай әдістемелік нұсқаулар бере алмайтынын алға тартты. И.Я. Лернер, В.М. Максимова, А.Н. Матюшкин, М.И. Махмутов, М.Н. Скаткин оқыту үрдісіне зерттеушілік тәсілді жүзеге асыруда тиімді әдістің бірі проблемалық оқытудың негіздерін дамытуға, ғылыми зерттеулерді үйлесімді байланыстыруға, интеграциялауға, ғылыми-зерттеу және білім беру қызметіне атсалысты [119,с. 190].

Студенттердің зерттеу дағдыларын дамыту биология, генетика тұжырымдамалық ғылыми білімнің дамуымен байланысты болды. Сондықтан студенттерге жетістікке жету үшін зерттеу дағдыларын дамытуға мүмкіндік беретін шынайы тәжірибелерге назар аударуы маңызды. Жаратылыстану ғылымдарын оқыту- бұл ғылымды технологиялық жетістіктермен және олардың қоршаған ортаға және қоғамға әсерімен байланыстыра отырып, ғылыми процестің бөлігі ретінде ғылыми тұжырымдамаларды ашу тәжірибесін беру болып табылады. Қазіргі ғылым мен білімді байыту әлеуметтік-ғылыми мәселелерді шешу үшін алған білімдерін қолдана алатын тұлға болуға дайындайды [121].

Зерттеу дағдыларын дамытуға мүмкіндік беретін педагогикалық модельдердің бірі зертханалық сабақтар. Биология сабағында зерттеудің сапалы дизайны, студенттердің ғылыми білімдері мен түсініктерін жан-жақты дамытады. Бірлескен оқыту моделі зертханалық тәжірибеде пәнге байланысты зерттеу дағдыларын анықтау әдісін және зерттеудің қалай жүргізілетінін түсінуге ықпал етуге бағытталған [122]. Дүние жүзіндегі ғылыми білім беру саласындағы зерттеулер зертханалық жұмыс білім беру жүйелерінің әртүрлі деңгейлерінде ғылыми тұжырымдамаларды оқыту мен меңгеруде басты рөл атқаратынын дәлелдеді.. Яғни, зертханалық жұмысты ғылым мен технологияға негізделген білім берудің белгісі деп таныды [123]. Зертханалық жұмыс– бұл ғылыми құралдар мен зерттеу дағдылары әртүрлі материалдармен бірге ғылыми білімді дамыту. Зертханаларда оқуды жеңілдету үшін әртүрлі әдістер қолданылады. Соңғы жылдары кең тараған гипотеза негізіндегі зертханалық әдіс студенттердің зерттеу дағдыларын дамытуға көмектеседі. Сондай-ақ, ізденімпаздық, ғылыми процесс дағдылары, техникалық дағдылар және дедуктивті тәсілдерді де дамытады [124]. Гипотезаға негізделген зертханалық сабақтар ғылыми әдісті қолдану дағдылары мен зертханалық техникалық дағдыларды, мазмұнын білуді дамытады. Техникалық дағдыларды дамыту тәсілі кейбір арнайы құралдарды микроскоптар сияқты эксперименттік қондырғыларды орнату және пайдаланумен байланысты эксперименттер немесе тапсырмалар жүргізу үшін қажет. Биология пәнінің мұғалімдерімен жүргізілген зерттеу зертханалық әдістеме түсінігі мен зерттеу сұрақтарын құрастыру арасында тікелей байланыс бар екені анықталды. Зертханалық сабақтар есептерді шығару дағдыларын дамыту үшін тиімді екені атап өтіледі [125].

Адам геномы жобасы, гендік терапияның артықшылықтары мен қауіптері және ген мен қоршаған ортаның өзара әрекеттесуінің күрделілігін, генетиканың негізгі принциптерін, соның ішінде адам генетикасын түсіну керек. Ұлттық ғылым саласындағы білім стандарттары, бастауыш сыныптарында тұқым қуалаушылық ұғымын және 5–8 сыныптарда тұқым қуалаушылық пен гендердің негізгі принциптерін, 9–11 сыныпта тұқым қуалаушылық, соның ішінде ДНҚ құрылымы және функция, генетикалық өзгергіштік және мутацияны енгізуді ұсынды [126].

Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың тиімді және заманауи педагогикалық әдіс-тәсілдеріне жүргізілген шолу жұмыстарына тоқталсақ.

Жаңа тенденциялы білім қоғамында жаңа ұрпақтың білім беру қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін инновациялық оқыту маңызды. ХХ ғасырдың соңғы онжылдығынан бастап, мысалы, Еуропа, Америка, Жапония және Қытайда оқытушылардың инновациялық оқытуға құзіреттілігін арттыруға бағытталған білім беру саласында құрылған жобаларының саны артты [127].

Білім берудегі мақсат-оқулық мазмұнын үйрету және студенттерге түсінік қалыптастыру ғана емес, сонымен қатар инновациялық ойлау, шығармашылық орта және зерттеу дағдыларын қалыптастыру болып табылады. Оқытушыларда ең үлкен жауапкершілік студенттердің білімге деген құштарлығын, ынтасын, қызығушылығын арттыру. Жоғары білім студентердің интеллектуалды қажеттіліктерін қанағаттандыруы керек. Сондықтан оқытудың инновациялық әдістерін табу - ең маңызды дағды. Инновациялық оқыту -оқыту стилі мен әдісін өзгертетін әр оқытушының шығармашылығы мен жаңалығы, студенттердің білім деңгейін арттыруға арналған идеялары, әдістері, технологиялық инновациялар болып табылады. Инновациялық оқыту әдістерін қолдану студенттерге өз қабілеттерін толық ашуға көмектесу үшін қазіргі және болашақ білім беруде қажет болып табылады [128].

Білім берудегі инновацияны жаңа педагогикалық теория, әдіснамалық тәсіл, оқыту әдістемесі, оқу құралы ретінде немесе оқыту мен оқуда елеулі өзгерістерге әкелетін теориялық негіз ретінде қарастыруға болады. Қазіргі таңда жаратылыстану ғылымындағы білім беруде инновациялар үшін қолданылатын әдістер пәнаралық көзқараспен оқыту орталарына кіріктірілуде мысалы, жаратылыстану ғылымындағы білім берудегі технологиялар. «STEM» (Ғылым-Технология-Инженерлік-Математика) термині пайда болғаннан бері бүкіл әлемде STEM оқыту мен оқуды жақсарту бойынша көптеген жұмыстар жүргізілді [129].*GBL (Game based learning)* ойынды оқыту ортасы оқытудың инновациялық тәсілі ретінде қарастырылады. Мысалы, *Geniventure, LearningApps,* Quizizz ойындары. Ойын арқылы оқыту студенттердің технологиялық санасын дамытуға және олардың кәсіби дамуындағы қиындықтарды жеңуге көмектеседі. Ойынға негізделген оқыту және геймификация зерттеу дағдыларын дамытудың тиімді құралы болып табылады [130]. *PBL(Problem based learning)* –проблемаға негізделген оқыту студенттердің күрделі құрылымдалмаған мәселелерді шешу қабілеттерін дамытады [131]. *Модельдеу* арқылы оқыту заманауи ғылым білімінде инновацияны қамтамасыз ете алатын әдістердің бірі [132]. *Кумулятивті миға шабуыл әдісі*, *Бір минуттық рефлекция әдісі, Креативті матрица әдісі*, инновациялық әдіс ретінде пайдаланылатынын анықтады [133]. Педагогикалық білім беруде оқытудың инновациялық құзыреттіліктерін дамытуға болады. Оқытушылардың инновациялық оқытуға құзіреттілігі инновациялық оқыту тиімділігіне әсер ететін негізгі фактор болып табылады [134]. Кейбір зерттеушілер оқушылардың танымдық қабілеттерін немесе эмоционалдық аспектілерін, ал басқалары жаңа әдістерді қолдану немесе сыныптағы ортаны басқару сияқты оқу процесінің инновациялық аспектілерін атап көрсетеді [135]. Инновациялық оқыту көбінесе «*жаңа*» әдіспен немесе стратегиямен байланысты, бірақ барлық жаңа әдістер мен стратегиялар міндетті түрде инновациялық болмайды [136]. Инновациялық оқыту - бұл студенттерге және олардың шығармашылық әлеуетіне пайда әкелетін жаңа әдістерді, құралдарды және мазмұнды енгізу арқылы шығармашылық оқытуға апаратын процесс [137]. Инновациялық оқытудың бес аспектісі: оқытуда инновациялық идеяларды қолдану, оқыту мазмұнын инновациялық пайдалану, оқытудың инновациялық әдістерін пайдалану, оқу ресурстарын инновациялық пайдалану және инновациялық бағалау [138].

Оқытушы өзінің нақты педагогикалық тәжірибесінде әлеуметтік-конструктивистік оқыту және оқушыға бағытталған оқыту сияқты жаңа инновациялық оқыту теорияларын қолданады [139].

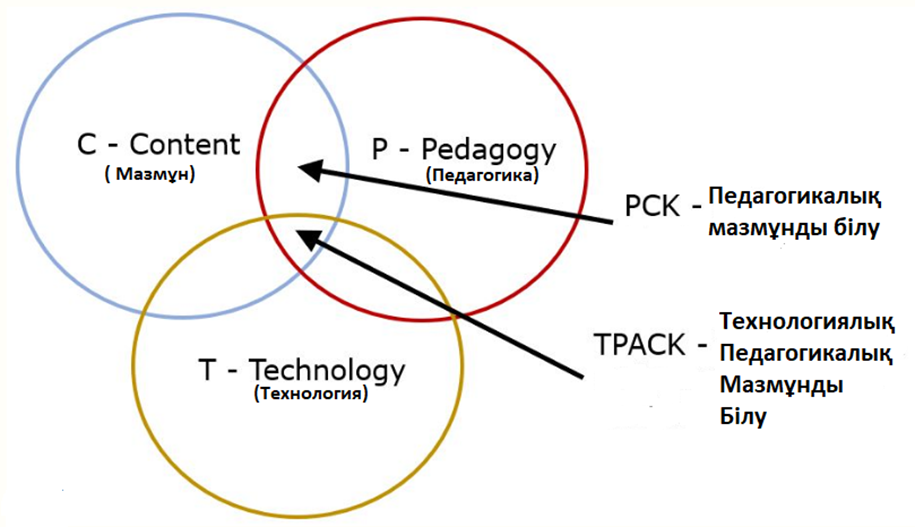
Қазіргі уақытта оқытушылар прогрессивті инновациялық әдістерді таңдай отырып, дәстүрлі оқыту әдістерінен бас тартуда. Бұл әдістердің кейбіреулері қазірдің өзінде тиімді екенін дәлелдеді. Инновациялық оқытуды жоспарлау кезінде студенттердің қызығушылықтары, олардың алдын-ала білімдері мен қабілеттерінің қазіргі деңгейіне негізделген мазмұн мен әдістерді құрастыру қажет. Жаңашыл оқытушылар студенттердің шығармашылық ойлауы мен қиялына қолайлы және олардың оқу қызығушылықтарын жақсарта алатын әдістерді таңдайды [140].Инновация-бұл техникалық өнертабыстар мен жетістіктерді практикалық қолдану.Оқытудың инновациялық әдістерін қолдану студенттерге бағытталған оқытуды жекелендіру педагогиканың қажеттілігін білдіреді. Оқытушы оқытудың инерциясын бұзады және бірлескен оқуды, ізденімпаздықты және өз бетінше оқуды қолдана отырып, студенттердің оқу әрекеті арқылы өздігінен білімдерін белсенді және сындарлы ойлауға көмектеседі. Оқытудың осы инновациялық стратегияларын қолдану оқушылардың инновациялық құзыреттілігін арттырып, олардың оқу жетістіктерін жақсарта алады [141].

Оқу ресурстарын инновациялық пайдалану оқытушының кітапхана, интернет, мектеп және әлеуметтік ресурстарды оқу ресурстарына инновациялық түрде түрлендіретінін білдіреді. Осылайша, оқытушы оқыту үшін әртүрлі типтегі оқу құралдары мен жабдықтарды ұсынады. Студенттер тапсырмаға шынымен қызығушылық танытқанда не істеп жатқанының өзектілігін көргенде оқуға қызығушылығы артады. Оқытушы оқу ресурстарын әртүрлі дереккөздерден жинайды және оларды студенттердің оқуға деген қызығушылығын арттыру, инновациялық ойлауға ынталандыру үшін пайдаланады. Бұл тек «білім алушы тұлғаны» ғана емес, «белсенді тұлғаны» да дайындауға арналған [142].

Қазіргі ақпаратқа бай әлемде студенттер дәстүрлі бағалау және оқыту тәсілімен, жаратылыстану ғылымдары бойынша жеткілікті білім мен дағдыларды ала алмайды. Осы мақсатқа жету үшін жаңа «білім беру тұрғысынан құнды» дағдыларды тану және бағалау қажет. Инновациялық бағалау оқытушының студенттерді бағалау үшін емес, олардың тақырыпты жақсы түсінуге көмектесуде әртүрлі бағалау әдістерін қолданатынын білдіреді [143].

ХХІ ғасыр цифрлық ақпараттық технологиялар ғасыры. Цифрлы контенттер мен ақпараттық технологиялардың білім сапасын арттыруда маңызы зор. Генетикалық білім беруде заманауи оқытушы студенттерді бүкіл әлем бойынша бәсекелестік үшін қажетті біліктілік пен ХХІ ғасыр дағдыларымен қамтамасыз ету үшін оқу жоспарларын, әдістемені, материалдарды және бағалау әдістерін жаңартып отыруы маңызды. Студенттердің өз бетімен білімді меңгеруде белсенді оқу іс-әрекетін ұйымдастыру үшін үнемі жаңарып, толықтырылып отыратын интернетте қол жетімді пайдалы, сапалы ақпаратты ұсынатын цифрлы ақпарат көздерін дұрыс қолдана білуі қажет [144]. Цифрлық сауаттылық тек білімге, жұмысқа және әлеуметтік өмірдің басқа аспектілеріне қатысу үшін ғана емес, сонымен қатар өмірдің барлық салаларында әртүрлі білім алу үшін қажет. Цифрлық технологиялар ұсынатын мүмкіндіктерді пайдалану жаратылыстану ғылымдарын зерттеу кезінде де қолдану тиімді болып табылады. Студенттердің технологияға деген қызығушылығы және олардың білімі ғылыми сауаттылығының өсуін арттырады. Цифрлы сауаттылық білім берудің ажырамас және көрнекті компонентіне айналуда [145]. Ғылыми сауаттылықтың бір түрі ретінде *генетикалық сауаттылық* ХХІ ғасырда қажетті дағды ретінде ұсынылды. Қоғамды және адамдардың технологиялық жетістіктері қол жетімді бола бастады. Ғылыми сауаттылық ұғымын 1950 жылдың аяғында Пол Херд ойлап тапты, ол ғылымды түсінуді және оның қоғамда қолданылуын сипаттайды [146]. Ғылыми сауаттылық сыни тұрғыдан ойлаумен қатар, зерттеу дағдыларын, оның әсерін түсінуге дайындайды. Ғылыми сауаттылық адамның табиғи құбылыстарға немесе нақты әлемдегі әртүрлі жағдайларға байланысты мәселелерді шешу үшін ғылыми білімді түсіну, жеткізу және пайдалану қабілетін білдіреді. Қазіргі таңда студенттер ғылыми сауаттылықтың жоғары деңгейіне ие болады деп күтілуде. Ғылыми сауаттылықтың маңыздылығы студенттерге ғылымның әлеуетін, күнделікті болып жатқан ақпаратқа негізделген шешімдер қабылдауға және ғылыми түсінікті қажет ететін әртүрлі мәселелерді таңдауға мүмкіндік береді [147]. Студенттердің цифрлық сауаттылығы мен ғылыми сауаттылығының зерттеу дағдыларын қалыптастыруға әсері жоғары. Цифрлық сауаттылық пен ғылыми сауаттылық - бұл дамытуға және жетілдіруге болатын дағдылар. Студенттердің цифрлық сауаттылығын компьютерлер, ұялы телефондар, планшеттер, интернет және әлеуметтік медиа сияқты технологиялық құрылғыларды қолдану арқылы, аудиторияда және аудиториядан тыс жұмыстарда арттыруға болады [148]. Виртуалды зертхананы қолдану студенттердің ғылыми сауаттылығын дамытуға көмектесетін тиімді әдістердің бірі. Онлайн оқыту ортасы әртүрлі технологияларды, соның ішінде кез-келген жерде және кез келген уақытта қол жеткізуге болатын және студенттерге ғылыми сауаттылығын арттыруға көмектесетін тиісті ресурстарды қажет етеді [149].

*TPACK-(Technological, Pedagogical, and Content Knowledge*) *Технологиялық, Педагогикалық және Мазмұнды білім* яғни үш түрлі компонентті қамтитын құрылым (сурет 10),оқытушыларға технологияларды оқу процесіне тиімді интеграциялау үшін қажетті негіз. *TPACK* белсенді оқытуды онлайн түрде де және офлайн түрде қолдана береді. *TPACK* негізіндегі белсенді оқыту білім алушыларға цифрлық және ғылыми сауаттылығын дамытуға көмектеседі [150].

******

Сурет 10 - TPACK белсенді оқыту моделі

Ескерту - TPACK –бұл төмендегі сұрақтарға жауап беретін белсенді оқыту құрылымы

Мазмұнды білу-(CK) - сіз не үйретесіз және тақырып бойынша өз біліміңіз қандай?

Педагогикалық білім (PК) - сіздің студенттеріңіз қалай жақсы оқиды және олардың қажеттіліктері мен сабақ жоспарының талаптарын қанағаттандыру үшін Сізге қандай оқыту стратегиялары қажет?

Технологиялық білім (TK)— Сізге қандай сандық құралдар қол жетімді, қайсысын жақсы білесіз және қазіргі сабаққа қайсысы қолайлы болар еді?

Генетика студенттер үшін салыстырмалы түрде күрделі пән болып табылады. Бұл қиындық генетикада өте күрделі оқу материалдары, дерексіз тұжырымдамалар және түсіну қиын терминология болғандықтан, студенттер кейде генетика курстарында қолданылатын терминдерге қатысты қате түсініктерді дамытады. Генетикада зерттеу үшін ең шатастыратын тақырыптардың бірі-Мендель ұсынған белгілердің тұқым қуалауы. Нәтижелі білімге жетуде оқу орнының оқытушылары әрдайым студенттердің әртүрлі дағдыларын арттыратын белсенді оқыту әдістерін енгізуге тырысады [151]. Генетиканы оқытуда қолданылатын цифрлы білім беру ресурстарына: электронды оқулықтар, биологиялық мәліметтер базасы, виртуальді ойындар және басқада танымдық, ғылыми веб-сайттар жатады. Биологиялық мәліметтер базасы ол жаңа биологиялық идеяларды түсіну үшін ғылыми биологиялық деректерді, эксперименттен алынған мәліметтер жиынтығын талдауға, байланыстыруға және басқаруға мүмкіндік беретін ақпараттық технологиялардың жиынтығы. Мысалы, NCBI -Ұлттық биотехнологиялық ақпарат орталығы, *KEGG* -Киото гендер мен геномдар энциклопедиясы, *GenBank*- бұл NCBI-де қол жетімді нуклеотидтер базасы. Ол нуклеотидтер тізбегін алу үшін қолданылады [152].

Бұл студенттерге генетиканың негізгі тұжырымдамаларын түсінуде алған білімдерін өз өмірімен және қоршаған әлеммен байланыстыруға мүмкіндік береді. Қазір генетикадан интернет арқылы қол жеткізуге болатын көптеген цифрлы контенттер, веб-сайттар бар. Олардың біразы төмендегі 4-кестеде берілген. 4- кестеде келтірілген интернет ресурстары оқытушыларға көмекші құрал бола алады.

Кесте 4 – Генетикалық білім алуда қолданылатын интернет ресурстар

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ресурс | Мақсатты аудитория | Мазмұн | URL |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| MendelWeb | Жалпы ізденушілерге | Бұл веб-сайтта Мендель жазған маңызды материалдар мен  зерттеу жұмыстары бар | [www.esp.org/foundations/genetics/classical/gm-65.pdf](http://www.esp.org/foundations/genetics/classical/gm-65.pdf) [www.mendelweb.org](http://www.mendelweb.org/) . |
| Yourgenome | Жалпы ізденушілерге | yourgenome-бұл ДНҚ, гендер және геномдар туралы білгіңіз келетін барлық нәрсені білуге болатын веб-сайт. | [www.yourgenome.org](http://www.yourgenome.org) |
| GenBank | Жалпы ізденушілерге | GenBank-ДНҚ мен РНҚ-ның барлық аннотацияланған тізбектерін, сондай-ақ оларда кодталған ақуыздар тізбегін қамтитын жалпыға қол жетімді мәліметтер базасы. | <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/> |
| Geniventure | Жалпы ізденушілерге | Бұл веб-сайт айдаһардың бейнелік модельін құрастыру арқылы тұқымқуалаушылықты зерттейді: | [Teaching Genetics with Dragons – Concord Consortium](https://concord.org/teaching-genetics/dragons/) |
| АҚШ Ұлттық Адам геномы  Ғылыми-зерттеу институты | Жалпы ізденушілерге | Генетика модульдері, ақпараттық бюллетеньдер, мультимедиялық глоссарий | <https://www.well.ox.ac.uk/> |

4 – кестенің жалғасы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Геном: Тіршіліктің қалай жұмыс істейтінінің құпиясы (Pfizer Inc.) | Жалпы ізденушілерге | Генетика кестесі, мұғалімдерге арналған нұсқаулық және сабақ жоспарлары | <https://www.pfizer.com/science/innovation/gene-therapy> |
| GeneChip микрочиптері: оқу бағдарламасы  (Аффиметрикс | Жалпы ізденушілерге | Слайд-презентациялар және графика;оқу-жоспарлар орта мектеп стандарттарына байланысты | [file:///C:/Users/User/Desktop/genechip\_teachersguide.pdf](file:///C:\Users\User\Desktop\genechip_teachersguide.pdf) |

«*MendelWeb»* генетиканың кіріспе деректерін, ғылым тарихына қызығушылық танытатын студенттерге арналған білім беру ресурсы. Студенттер *«MendelWeb»* арқылы тұқымқуалаушылықтың негізгі заңдылықтарын зерттеп, Мендель мақаласының

«*MendelWeb»* генетиканың кіріспе деректерін, ғылым тарихына қызығушылық танытатын студенттерге арналған білім беру ресурсы. Студенттер *«MendelWeb»* арқылы тұқымқуалаушылықтың негізгі заңдылықтарын зерттеп, Мендель мақаласының әртүрлі нұсқалары мен аудармаларын, эсселерді, библиография және анықтамалық ақпарат көзі ретінде пайдаланады. Сонымен қатар, глоссарийлерге, жазбаларға, талқылау сұрақтарына, жаттығуларға және бүкіл әлем бойынша басқа сайттар мен құжаттарға сілтемелерін пайдаланып тәуелсіз зерттеулермен айналысады [153]. «*Yourgenome*» -бұл генетика, ДНҚ, гендер және геномдар туралы көбірек ақпарат білуге мүмкіндік беретін веб-сайт. Ғылымның осы қызықты саласын дамыту үшін фильмдер, анимациялар кіріктірілген. Студент геномның не екенін және ДНҚ-ның қалай реттелетінін визуальді түрде зерттей алады. Веб-сайтты Ұлыбританиядағы Кембридж маңындағы Wellcome Genome кампусының ғалымдары жасаған. «*GenBank*» мәліметтер базасынан студенттер жеке гендер тізбегінен басқа, қазіргі заманғы ДНҚ секвенирлеу әдістері мен тізбектерді автоматты түрде аннотациялау арқылы алынған көптеген мәліметтермен танысады [154]. «*Geniventure*» студенттер виртуалды айдаһарлар моделін құрастыру арқылы генетикдағы тұқым қуалаушылық және ақуыздар мен белгілер арасындағы байланысты зерттейді. Осылайша, сабақта цифрлы білім беру ресурстарын пайдалану меңгерілетін білім мазмұнын жан-жақты және өз бетімен талдауға мүмкіндік туғызады [155]*.«Адам генетикасы қоғамы» (Human Genetics)* және «*Геном», «GeneChip» веб-сайттары*оқытушылар мен ғалымдар арасында байланыс орнатуға ықпал ете алады [156]*.* Әлемдік генетикалық білім беруді дамыту бойынша көптеген тәжірибелерге, зерттеу жұмыстарына шолу жүргізілді. Атап айтар болсақ, 1988 жылы *Долан ДНҚ зерттеу орталығы* (Dolan DNA Learning Center (DNALC)) құрылды. Бұл зерттеу орталығының негізгі мақсаты генетикалық білім алушыларға арналған ДНҚ эксперименттерін әзірлеуде ең ірі жеткізушісі болып табылады. *DNALC*—*Cold Spring Harbor* зертханасының (CSHL) операциялық бөлімі қатерлі ісіктің генетикалық негіздері мен ми функцияларын қарастыратын ірі ғылыми - зерттеу институты [157]*.*

Генетика бойынша практикалық эксперименттер жүргізу үшін «*Долан ДНҚ зерттеу орталығы»* 145000-нан астам жоғары оқу орны студенттерін қабылдаумен қатар, орта және жоғары сынып оқушыларына бір апталық жазғы лагерлер ұйымдастырды. Генетикалық білім беру саласында «*Долан ДНҚ зерттеу орталығы»* биологияны оқытуға арналған мультимедиялық оқу материалдарының негізі. Сайттың интерактивті дизайны мұғалімдерге онлайн белсенділік, бейне, анимация және мәтін негізінде сабақ жоспарлары мен жеке веб-сайттарды жасауға мүмкіндік береді [158]*.* Юта университетінің «*Генетикалық ғылымдарды оқыту орталығы»* мұғалімдерге арналған ресурстар мен генетика бойынша сабақ жоспарларын әзірлеуге арналған [159]. «*Биологиялық ғылымдарды оқыту бағдарламасы»* (BSCS) тұқым қуалаушылықтың генетика және ғылым әдістері сияқты генетика модульдерін жасады. Бұл модуль мұғалімдерге арналған шолуды, глоссарийді және орта мектепке немесе кіріспе жоғары оқу орны курстарына сәйкес келетін аудиториялық сабақты қамтыды. АҚШ ұлттық денсаулық сақтау институтының ғылыми білім беру басқармасы «*Биологиялық ғылымдарды оқыту бағдарламасы*» BSCS және Videodiscovery компанияларымен бірлесе отырып, АҚШ-тағы 9-12 сыныптарға арналған «Адамның генетикалық өзгергіштігі» оқу бағдарламасына қосымша әзірледі [160-161].

Америка Құрама Штаттарынан тыс генетик «*Мердок балалар ғылыми-зерттеу институтының (MCRI) білім беру және денсаулық сақтау саласындағы зерттеулер бөлімі»* әртүрлі топтарға арналған бірнеше ресурстарды, соның ішінде ғылым мен адам генетикасын қолдануға қатысты бірқатар тақырыптарды қарастыратын мектеп іс-шараларын әзірледі. Атап айтқанда, «*Гарри Поттер — генетика сиқыры»* деп аталатын іс-шаралар білім алушыларды негізгі генетикалық ұғымдармен таныстырады [162]. Генетикалық зерттеулер жүргізетін бірнеше компания генетика негіздері туралы терең білімді тарату үшін білім беру ресурстарын ұсынады. Соның бірі *GlaxoSmithKline* интерактивті веб-ресурсы, ол 11-16 жас аралығындағы білім алушыларға бағытталған «Адамдар және медицина» деп аталады. Ресурста ДНҚ, генетикалық зерттеулер және фармакогенетика, тұқым қуалаушылық және генетикалық аурулар туралы бөлімдер бар. *Kids Genetics* 8 жастан 12 жасқа дейінгі балаларға арналған гендер, хромосомалар және аурулар туралы ойындар мен қысқа білім беру бейнелерін ұсынады [163]. Көптеген ресурстар генетикалық тестілеуді, генетикалық диагностиканы, генетикалық кеңес беруді және генетикалық қолдау топтарын медициналық қолдануға арналған. Бұл сайттардың көпшілігі генетикалық ауруларды және генетикалық тестілеуді үйрету үшін, сондай-ақ медицина қызметкерлерін генетикалық қосымшаларды дұрыс пайдалану туралы хабардар ету үшін өте маңызды. Мысалы, Австралияның Сидней қаласындағы *генетикалық білім беру орталығы* генетикалық аурудан зардап шеккен адамдар мен отбасыларға уақтылы ақпарат беріп отырады [164]. Ұлыбританиядағы*Генетика саласындағы ұлттық білім беру және даму орталығы* генетикалық білім беруде семинарлар мен конференциялар өткізеді*. АҚШ Ұлттық медициналық кітапханасы* генетика және тұқымқуалаушылық негіздері, генетикалық процесстер және осы процесстермен байланысты нақты гендер немесе хромосомалар туралы *Genetics Home* анықтамалық ресурсын жасады [165]. Бірнеше мәліметтер базасы белгілі бір генетикалық аурулар мен генетикалық тестілеу туралы керемет ресурстар ұсынады. *GeneTests* веб-сайтында бүкіл әлем бойынша клиникалық немесе зерттеу генетикалық тестілеуді ұсынатын зертханалар каталогы және тестілеуге болатын көптеген генетикалық аурулар туралы сарапшылар жазған 300-ден астам шолулар бар [166]. *Адамдардағы мендельдік тұқымқуалау* (Online Mendelian Inheritance in Man (OMIM) онлайн сайты генетикалық ауруларға ғылыми және клиникалық шолуды ұсынады. *Gene ordis ease* арқылы іздеуге болатын тамаша ресурс және библиографиялық ақпарат қоймасы *MEDLINE* сияқты тиісті ресурстарға сілтемелерді қамтиды [167-168].

Жоғарыда аталған көптеген сайттарда оқулықтар мен мұғалімдердің білімін толықтыратын сабақ жоспарлары, глоссарийлер мен онлайн-іс-шара жоспарларымен қатар, сабақ жоспарларын құруға, сұрақтарға жауап беруге және зертханалық сабақтарды дамытуға көмектесетін қосымша ресурстар болып табылады. Генетикалық білім беруде оқытушылар мен студенттер кәсіби ғалымдар мен денсаулық сақтау мамандарымен бірлесе отырып тәжірибе алмасып, ұсыныстармен бөлісіп генетика мәселелері туралы пікірталастар жүргізілсе, генетикалық білім саласының сәтті ілгеріленуіне алып келеді. Дегенмен ғалымдар мен оқытушылар арасындағы байланыстың болмауы немесе ғалымдардың оқу процессіне қалай қатысу керектігі туралы білімінің жоқтығы басты кедергі болып тұр. *АҚШ Ұлттық Ғылым академиясы мен Ұлттық зерттеу кеңесі* бұл кедергілерді мойындап, ғалымдарға ғылыми білімге қатысуды үйренуге көмектесетін бағдарлама құрастырды [169].

*Ғалымдарды білімге тартуға арналған ресурстар* (Resources for Involving Scientists in Education) семинарлар, жарияланымдар және басқа да іс-шаралар арқылы өз қауымдастығында ғылыми білім алуға көмектесуге мүдделі ғалымдарға ақпарат пен ресурстар ұсынады. Ғалымдар мен денсаулық сақтау мамандары, мұғалімдер мен мектеп жүйелері арасындағы серіктестік генетика бойынша білім беруді дамытудың ең тиімді тәсілі болуы мүмкін. Ғалымдар мен оқытушылар арасындағы әріптестіктің үлгілі бағдарламасы *«Ғылым және денсаулық*» (Science & Health Education Partnership) бағдарламасы болып табылады. [170-171].

*Білім беру саласындағы серіктестік*. 1987 жылы құрылған бұл серіктестік Сан-Францискодағы Калифорния университеті мен Сан-Францискодағы мектепаралық ынтымақтастықты білдіреді, оның мақсаты барлық деңгейлерде сапалы ғылыми білім беруді қолдау болып табылады. Ғалымдар мен мұғалімдер мектепаралық 90-95% бірлесіп жұмыс істейді. Ғалымдар ғылыми білімге бірнеше деңгейде үлес қоса алады, мысалы, сыныпта дәріс оқу, зертханалық эксперименттерді басқару және мұғалімдерге ақпараттық ресурс ретінде қызмет ету [172].

Кәсіби ғылыми ұйымдар оқытушылар мен ғалымдар арасында байланыс орнатуға ықпал ете алады. Мысалы, американдық Адам генетикасы қоғамы (Human Genetics NHGRI) генетикалық Альянс (Genetic Alliance) ұлттық генетикалық кеңесшілер қоғамы және Американың генетикалық қоғамының тәлімгерлер желісі (National Society of Genetic Counselors and the Genetics Society of America Mentorship Program) [173-175]. Генетика ғалымдары мен денсаулық сақтау мамандарын белсенді жұмылдыру механизмін қамтамасыз ететін бағдарлама. Сол сияқты, MdBio (*MdBio SpeakerSearch*), Мэриленд штатында орналасқан коммерциялық емес корпорация жергілікті мектептерде биология ғылымдарының мамандарына тегін қол жеткізуге мүмкіндік беретін MdBio спикерлерін іздеу бағдарламасын ұсынды [176].

Генетика саласындағы зертханалық эксперименттерге арналған жабдықтар, реактивтер мен жинақтар қымбат болуы мүмкін, сондықтан оқу орындарының бюджетінің шектеулі болуына байланысты, бірнеше зерттеушілер осы қажеттілікті қанағаттандыру үшін бағдарламалар әзірледі. Вирджиния политехникалық институты мен мемлекеттік университет жанындағы Фралин биотехнологиялық орталығы «Қораптағы Биотехнология» бағдарламасын жүзеге асырады. Бұл бағдарлама биотехнологиялық зертханалық жұмыстарды жүргізу үшін Вирджиния орта мектептері мен қоғамдық колледждеріне биотехнологиялық жабдықтар мен материалдарды жеткізеді. Мұғалімдер бұл жинақтарды 2-3 апта бойы тегін пайдалануға өтініш бере алады [177]. Сол сияқты, генетикалық ғылымдарды оқыту орталығы мен *Gene Connection group* сәйкесінше Юта мен Сан-Матео округіндегі (Калифорния) мұғалімдерге ДНҚ эксперименттері үшін зертханалық жинақтар мен реагенттерді ұсынады [178]. Генетиканың оқу бағдарламасы жаңа тұжырымдама емес ол генетиканың түпкілікті сипатына негізделген. Генетика сонымен қатар бірнеше пәндермен ортақ байланыс құрады. Жасыл бұршақпен шағылысқан сары бұршақтан жасыл бұршақ ұрпақтарының пайда болу ықтималдығын есептеу пайыздар туралы яғни математикалық білімді қажет етеді. Дьюк «*Amulticourse»* бірінші курс студенттеріне арналған семинар бағдарламасында биология мен медицина, ағылшын тілі, құқық және саясат және информатика сияқты бірнеше пәндер бойынша адам геномындағы процесстерді зерттейтін пәнаралық байланысты ұсынды [179].

Генетика-бұл биология, химия, информатика және математиканы қамтитын пәнаралық зерттеу саласы. Оқу саласы көптеген пәндерді қамтитындықтан, оны тәуелсіз пән ретінде оқыту керек пе, басқа пәндермен біріктіру керек пе, жоқ па деген мәселе талқыланды. Америка Құрама Штаттарында генетика, әдетте, жаратылыстану және биология сабақтарында Мендельдің эксперименттері мен теорияларына кіріспе, Пеннет торларын қолдана отырып жаттығулар жасау және адамның қарапайым белгілерін, мысалы, көздің түсі мен цистикалық фиброз сияқты ауруларды қамтитын тұқым қуалаушылық бөлімі ретінде оқытылады. Студенттер сонымен қатар молекулалық генетиканың негіздерін (эукариоттық және прокариоттық), асыл тұқымды қалай құруға және қауіп-қатер ықтималдығын, сонымен қатар жалпы зертханалық әдістерді білуге мүмкіндік алады [180]. Адам геномы жобасы сияқты бірнеше оқу бағдарламалары дискриминация, ақпараттандырылған келісім және генетикалық ақпараттың құпиялылығы сияқты мәселелерді көтереді. Жаратылыстану ғылымдарының мұғалімдері үздіксіз білім алу қажеттіліктері заманауи ақпаратпен және зертханалық дағдылармен қамтамасыз ету үшін үнемі білімдерін дамытып отыруы керек [181-182]. Генетиканы зерттеудің маңыздылығы — бұл алған ақпаратты күнделікті өмірмен байланыстыру және денсаулығымызды, отбасымызды, қоршаған ортаны және жұмыс орнымызды түсінуді тереңдету. *Industry Supports Education* Баспа Компаниясы ғылымның қоғаммен және ғылымдағы қазіргі оқиғалармен қалай байланысты екенін көрсету үшін арнайы жасалған жоғары сапалы ғылыми білім беру материалдарын ұсыну үшін *Schoolscience* веб-сайтын жасады. Онда дәрі-дәрмектерді әзірлеу, «Адам геномы» жобасы, биоэтика, цистикалық фиброздың генетикалық негіздері, биология, химия және физика саласындағы басқада тақырыптар қамтылған [183]. Гендер мен ақуыздардың құрылымы мен құрамын зерттеумен қатар, студенттер нақты гендер мен ақуыздарды көптеген 21 геномдық мәліметтер базасымен оқи алады. Ақпарат NCBI Ұлттық биотехнологиялық ақпарат орталығы немесе Сэнгер институты және EMBL-EBI қолдайтын көптеген мәліметтер базасында қолжетімді [184]. Генетика саласындағы негізгі білім беруді арттырудың жалпы мақсаты тек генетик мамандарды дайындау ғана емес, керісінше, адамдарға жалпы генетикалық ұғымдарды, қосымшаларды және әлеуметтік, этикалық мәселелерді дұрыс түсінуге,генетикалық технологиялар мен олармен байланысты қосымшаларды қолданушылар туралы хабардар болуға мүмкіндік беретін білім негізін қамтамасыз ету. Білім базасының тез өзгеруіне байланысты генетика саласындағы білім беру ресурстары қазіргі ғылыми нәтижелерді көрсету және нақты ақпарат беру үшін үнемі жаңарып, қайта қарауды қажет етеді. Пайдаланушыларға мақсаттары мен қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін тиісті генетикалық білім беру ресурстарын жүйелі түрде анықтауға көмектесу үшін навигациялық құралды жасау пайдалы болар еді. Генетика саласындағы білім беруді жақсартуға арналған көптеген бағдарламалар мен бастамалар қазірдің өзінде жүзеге асырылып жатқанына қарамастан, жаңа ұсыныстар генетиканы оқытуды жақсартуға және геномиканың жаңа саласын ашуға көмектеседі [185]. Интеграцияланған *STEM* заман талабына сай студенттерге генетиканы оқытуда жаңа әдістерімен, цифрлы технологияларымен толықтырылған жаңа білім тренді болып саналады*. STEM* аббревиатурасы ағылшын тіліндегі *«science, technology, engineering, mathematics»*деген сөздерден алынған. Яғни, білім берудің ең маңызды заманауи тұжырымдамасы ғылымның, технологияның, инженерияның және математиканың жекелеген пәндерін біртұтас ретінде оқыту. Еуропа, Азия бірқатар мемлекеттерінде *STEM интеграцияланған* білім беру бағыты мемлекеттік деңгейде жүргізіледі. Сондықтан, *STEM итеграцияланған* білім беру бағытын уақыттың өзі қажет етіп отырғаны айқын.

Қазақстанда да *STEM интеграциясы* білім берудің белсенді дамуы, жаңа білім беру саясатын жүзеге асыру үшін оқу бағдарламасына жаңа технологияларды, ғылыми инновацияларды, математикалық үлгілеуді дамытуға бағытталған *STEM*-элементтерді енгізу жоспарланды [186-187]. Соңғы бірнеше онжылдықта генетика саласында жинақталған білімнің ауқымы орасан зор өсті. Ғалымдар мен оқытушылардың генетиканы тереңірек түсінуі білім беруде жаңа құралдар мен технологияларды дамытты. Генетикалық сауаттылық деңгейін арттыруда белсенді оқыту *STEM интеграцияланған* оқыту дәстүрлі дәріс уақытын қысқартып, студенттің оқу процесіндегі рөлін арттыруға, цифрлық әлемге дайын болуға мүмкіндік жасайды. Белсенді оқыту студенттердің ынтымақтастығын, зерттеушілік дағдыларын қалыптастырып, креативті ойлаудың дамуын арттырады [188].Генетика саласындағы білімді игеруде, тереңдетуде *STEM интеграцияланған* *оқыту* тәсілінің рөлі зор. *STEM интеграцияланған* білім беруде оқу бағдарламасы білім алушылардың пәнге қызығушылығы төмендеп кетпеуі үшін ғылым мен техниканың дамуындағы өзгерістерге бейімделуі керек.

*STEM интеграциясы* оқытуда практикалық, технологиялық құралдарды-жабдықты қолдана отырып, шынайы мазмұн мен мәселелерге бағытталған, және адамның қажеттіліктерін шешуге көмектесетін инновациялық тәсіл[189-190].

*STEM интеграцияланған оқытудың* артықшылықтары бұл мәселені шешуде студенттердің сыни және шығармашылық ойлауын, ақпаратты талдау дағдылары жетілдіретін оқу іс-әрекетінің бір түрі. Мысалы, генетиканы зерттеу кезінде *STEM интеграциясы* студенттерге ғылыми тұжырымдаманы дәлелдеу үшін эксперименттік жұмыста технологияны қолдануды үйренуге жағдай жасайды. Нәтиже алу үшін эксперименттік деректер математикалық түрде өңделеді.*STEM интеграцияланған оқыту* тұжырымдамасына енгізілген ғылым, технология, инженерия және математика түрлері білім беруді анықтаудағы жалғыз мәселе емес, мәселе-*STEM интеграцияланған оқытуда* білімді беру қалай жүзеге асырылатындығындаЯғни, білімді есте сақтаудың орнына оны пайдалану маңызды бола бастайды**.** *STEM интеграцияланған оқытумен* байланысты білім беруді дамыту, әсіресе дамушы елдер үшін, сапалы білім берудегі әртүрлі мақсаттарына жету жолына сәйкес келетін бағыт [191-193].

*Генетиканы оқытуда «Game‑Based learning (GBL)»* ойын арқылы оқыту әдіс-тәсілін қолдану. *GBL* әдісі дәстүрлі оқыту әдістерін толықтырып студенттерге цифрлық сауаттылық, креативті ойлау және білім алу сияқты «XXI ғасыр дағдыларын» қалыптастырып, оқу мүмкіндіктерін кеңейтуге тиімді ықпал етеді. Цифрлық ойындардың ерекшелігі студенттерге генетиканың ғылыми тұжырымдамаларын оқытуда, оларды жақсырақ бейнелеуге және түсінуге, тәжірибе жасауға мүмкіндік береді. Цифрлық ойындар оқыту мен оқу іс-әрекеттері үшін, әсіресе ғылымда маңызды балама құралдар болып табылатын мотивациялық бағыт[194]. Цифрлық ойындар –білім беруде қолданылатын ең танымал және ықпалды ақпарат құралдарының бірі. Олардың танымал болуының бір себебі - цифрлық ойындардың молекулалық генетикадағы күрделі құрылымдар жүйесін интерактивті оқу тәжірибесінде динамикалық түрде жасауға, елестетуге және түсінуге мүмкіндік береді. Бұл цифрлық ойындар зерттеулер әсіресе ғылымда оқыту мен оқу іс-әрекетінің маңызды баламалы құралы болып табылатынын кеңінен дәлелдеді. Жоғары мектеп генетикасында компьютерлік анимацияны қолдану бойынша зерттеу жүргізген студенттерге ақуыз синтезі, жыныстық көбею және тұқым қуалау процестерін визуализациялау жақсы нәтиже көрсетті. Осындай генетикалық мазмұнды және цифрлық ойындарда студенттердің білімін айтарлықтай жақсартты [195].

*Problem-based learning әдісі (PBL)* оқытудың маңызды инновациялық әдіс-тәсілі. Бұл студенттерге зерттеу жүргізуге, теория мен практиканы біріктіруге және белгілі бір мәселенің шешімін табу үшін білім мен дағдыларды қолдануға мүмкіндік беретін студенттерге бағытталған оқыту тәсілі. Проблемалық оқыту (PBL) генетиканың күрделі ұғымдарын дәстүрлі емес тәсілмен тиімді шешімдерін табумен сипатталатын белсенді оқыту әдісінің бірі. Студенттерге өздерінің және басқалардың идеяларын бағалау үшін теориялық негізде дәлелге негізделген мәлімдемелер жасау арқылы өз ойларын білдіруге мүмкіндік береді. Генетика қазіргі білім берудегі үлкен маңызға ие тақырып және оны студенттердің түсінуі мен түсінуін талап ететін ғылыми сауаттылықтың негізі ретінде қарастыруға болады [196].Проблемалық оқыту – бұл нақты әлем мәселелерін бірлесіп зерттеуге және шешуге негізделген оқудың шынайы, тәжірибелік түрі. Көптеген оқыту үлгілері студентке бағытталған оқытуды ынталандырады, бірақ проблемалық тәсілді таңдау себебі, бұл студенттердің білім алуға ынтасын арттырады. Студенттердің, әсіресе генетика бойынша оқу жетістіктері мен орындау дағдыларын арттырудағы дәстүрлі дәріске негізделген PBL тиімділігі және PBL студенттердің генетика туралы ғылыми түсініктерді ДНҚ, хромосомалар, гендер, өзгергіштік, генетикалық технология, тұқымқуалаушылық, клондау, мутация, эволюцияны меңгеруіне және генетикаға қатысты қате түсініктерді жеңуге мүмкіндік беруде тиімді екенін көрсетті [197].

PBL сипаттамалары мен артықшылықтары:

a) Студенттерге шағын топтарда оқуын ұйымдастырушы болып табылатын тьютордың жетекшілігімен берілген есептерді шешеді;

b) Тапсырма құрылымдалған мәселе ретінде басталады және орындалады, оны дәлелдеу арқылы жауап беру қажет;

c) Бірлескен топта оқу;

d) Анықтау немесе зерттеу арқылы алынған ақпарат проблемамен байланысты болу қажет;

e) PBL тәжірибесі барысында студенттер тапсырманы өз бетінше шеше алатын қабілеттері дамиды [198].

Креативті матрица –белсенді инновациялық әдіс студенттерді жағдаяттар тізбегі, нұсқалар, идеялар мен оқиғалар туралы шығармашылық ойлауға бағытталады. Бұл ойлау, шешім қабылдау дағдыларын ынталандырады, студенттерге мәселелерді жан - жақты аспектілерден қарауға мүмкіндік береді. Бұл оқыту әдісінде студенттер топтасып жұмыс жасай отырып, топ мүшелерінің әртүрлі нұсқалары мен идеяларын зерттеу, олардың негізінде өз нұсқаларын ұсыну арқылы сыни ойлауын және шығармашылықтарын дамытады [199]. Генетиканы курсын оқытуда жаңа тақырыптарды түсіндіруде, зерттеу дағдыларын қалыптастыруда есептер мен тапсырмаларды орындауда интербелсенді әдістер «*Кумулятивті миға шабуыл», «Бір минуттық рефлекция әдісін****»***қолдану нәтижелі болып табылады [133,б. 160]. Әлемдік озық идеялар негізінде жасалынған жобалардың бірі –«Миға шабуыл» əдісі. Миға шабуыл əдісін А.Ф.Осборн ұсынған болатын. Əуел баста жарнамалық бизнесте қолданылған бұл əдіс адамның шығармашылық ойлауына қозғау салу мақсатын көздеген еді. Бұл əдіс шетелдерде кеңінен қолданылып келеді. Біздің елімізде де осы əдісті қолданудың маңызы зор. Миға шабуыл оқушының өзін-өзін жоғары бағалауына, ойын еркін айтуына, жаңа идеялар мен ойларының туындауына жол ашады [200]. *Бір минуттық рефлекция* әдісі студенттерге бір тұжырым немесе бір сұрақ арқылы білімдерін тереңдетуге мүмкіндік береді. Бір минуттық рефлекция оқытушыға студенттердің ойларын, үйренгендерін және олардың түсінбеген сұрақтарын анықтайды. Әдісті сабақ соңында, бөлім аяқталып келесі бөлім басталғалы тұрғанда қолданған тиімді [133,б. 160]. *LearningApps-* интернет ресурсы ол ақпараттық құрылғыларды, PlayMarket серверлік қосымшаларын, Smart технологияларды және веб-сайтты пайдалануды көздейді. Сабақта ақпараттық құрылғыларды қолдану әдістемесімен біріктіру мүмкіндіктері үй тапсырмасын тексеру, жаңа материалды меңгеру, білімді жалпылау және жүйелеу барысы анықталады. Педагогикалық теория мен оқу тәжірибесінде ғылыми мәселенің қаншалықты жетілгендігі зерттеледі [201].

Quizizz*-* қосымшасы сабақта оқыту мен оқуға арналған онлайн ойындар түрінде жасалған, оқу мотивациясын анықтайтын ойын тұжырымдамаларын пайдаланатын білім беру платформасы [202]. 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 процессі олардың білім сапасының артуына септігін тигізеді. Студенттердің ғылыми зерттеушілік қабілетін қалыптастыру көптеген оқу орындарында жаратылыстану ғылымдарын оқытудың маңызды құрамдас бөлігі болып табылады [203].

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 тудырады. Мұндай процестер күрделі және көзге көрінбейтін әр түрлі биологиялық құрылымдар мен өзара әрекеттесулерден тұрады. Студенттер генетикалық түрлендірілген өнімдер, СRISPR және мутация сияқты генетикалық мәселелерді түсінуде қиындықтар туады.Бұл өз кезегінде студенттің генетикаға деген қызығушылығын төмендетеді. Оқытуға сындарлы 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 [204].

**Бірінші бөлім бойынша тұжырым**

«Генетика курсын оқыту барысында білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың теориялық негіздері» деп аталатын бірінші тарауда отандық, шет ел мемлекеттердің ғалым ұстаздарының еңбектерін талдай отырып, генетиканың ғылыми білімнің бір саласы ретіндегі маңызы оқу әдістемелік бағыттары мен әдістері талқыланды. Генетика ғылымының адам денсаулығы, қоршаған ортаны қорғаудың маңызы және т.б. көптеген мәселелерді шешудің өзектілігі сипатталды. Сондай-ақ генетикалық білім берудің негізгі мәселелері және білім беру ортасының қазіргі жағдайы қарастырылды. Генетикалық білім беру саласындағы ғылыми зерттеулер әдіснамасын тиімді оқытудағы ғалымдардың кешенді педагогикалық әдістерді қолдану бойынша түрлі пікірлер, тәжірибелер, көзқарастар туралы ғылыми әдебиеттерге шолу жұмыстары жүргізілді және генетика пәнін оқытуда мутация процессі, геноуытты заттардың заттардың алатын орны мен қауіптілік деңгейі зерттелу жағдайлары туралы ақпараттар берілді.

Генетикалық әдістер негізінде студенттердің зерттеу дағдыларын қалыптастыруда қолданылатын педагогикалық технологиялардың мазмұны айқындалды. Атап айтар болсақ, генетика негіздері пәнін оқытуда қолданылатын әдістердің жалпы сипаттамасы (мысалы,TPACK-белсенді оқыту, Цифрлы ресурстар, STEM интеграциясы, зертханалық оқыту, инновациялық технологиялар: Модельдеу, Кумулятивті миға шабуыл, Бір минуттық рефлекция, Креативті матрица, LearnApps, Quizizz осы әдістер бойынша жүргізген зерттеу жұмыстары, маңызы, қызметі, жіктелуі және т.б. шолу жасалды. Генетикалық әдістер негізінде студенттердің зерттеу дағдыларын қалыптастыруда қолданылатын педагогикалық технологиялардың мазмұны аясында білімгерлердің зерттеу дағдыларын қалыптастырудың құрылымдық – мазмұндық моделі айқындалды және модельдің мақсатын жүзеге асыру әдістеріне сипаттама жасалды.

**2 ГЕНЕТИКА КУРСЫН ОҚЫТУ БАРЫСЫНДА БІЛІМ АЛУШЫЛАРДЫҢ ЗЕРТТЕУ ДАҒДЫЛАРЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ӘДІСТЕМЕСІ**

**2.1 Білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда lux-биосенсор ретінде *Escherichia coli* бактерияларымен амфипод тіндеріндегі геноуыттылықты зерттеу нәтижелерін талдау**

Қоғам мен экономиканың дамуы білім беру жүйесінен жастарға жаңа дағдылар мен құзыреттіліктерді үйретуді талап етеді. Білім алушылар өздерінің білімдері мен дағдыларын сыни тұрғыдан ойлау, білімді жаңа жағдайларға қолдану, ақпаратты талдау, жаңа идеяларды түсіну, қарым-қатынас жасау, ынтымақтастық, мәселелерді шешу және шешім қабылдау арқылы қалай пайдалану керектігін білуі керек [205].

(SPTC) *Science Pedagogical Technology Content* интеграцияланған технологиялық құралдар арқылы тұтас құзыреттіліктерді дамытуға бағытталған, бұл оқу мен оқыту стратегияларын тиімді қолдануды талап етеді. Бүгінде өз ісінің маманы тек білімді болуы ғана емес, сонымен қатар қоршаған ақпараттық кеңістікті, жаңа технологияларды игеруді, үнемі өзін-өзі дамытуды және күрделі мәселелерді шешудің жолдарын өз бетінше іздеуді қажет етеді.ғылыми нәтижелерді оқу үрдісіне енгізудің әдіс-тәсілдерін қарастырудаРамирес-Монтояның білімді қолдануға [206-207], зерттеу тәжірибесіне, ынтымақтастық стратегияларына зерттеу дағдыларын үйретуге және цифрлық дағдыларды ілгерілетуге бағытталған белсенді *педагогиканың бес категориясын*а сүйендік (кесте 5).

Кесте 5 - Педагогиканың белсенді категориялары

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| SPTC бойынша педагогиканың белсенді категориялары (Ramírez-Montoya негізінде) | | |
| 1 | 2 | 3 |
| Стратегиялар категориясы | Әдіс-тәсіл,технологиялар | Сипаттамасы |
| Өзін-өзі реттейтін ойлауды ынталандыру үшін рефлексия стратегиялары. | Нақты мысалдар негізінде оқыту.  Электрондық портфолио. | Рефлексия стратегияларына кәсіби өзін-өзі қабылдау, түсіну, шығармашылық, рефлексиялық бақылау, шешім қабылдау, бөлісу, диалог қабілеті, жақсартуды ұсыну қабілеті, әлеуметтік міндеттеме және басқалар жатады. |
| Білімді қолдану стратегиялары | Зерттеуге негізделген оқыту.  Дәлелді білім беру инновациялары | Студенттің ақыл-ой процестері білімнен тұрады (талдау процестеріндегідей), бірақ бұл білімді нақты жағдайларда қолдану. |
| Талдауды жеңілдету стратегияларын әзірлеу | Проблемалық оқыту PBL  Миға шабуыл  Дәлелдеу. | Күндізгі оқу орталарында, PBL қолдануға болады, мұнда кеңістіктер бірлескен оқыту мен жүйелі өзін-өзі оқытуға ықпал етеді. |

1. - кестенің жалғасы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| Ынтымақтастықты дамыту үшін тұжырымдау стратегиялары | STEM.  Шынайы.  Сайтта оқыту. | Бірлескен оқыту-бұл жеке және кәсіби дамудың мәні мен қажетті қасиеттерін түсінудің жоғары деңгейіне жетудің негізгі мақсаттарының бірі. Бұл сонымен қатар тұлғааралық қарым-қатынаста керемет артықшылықтар береді. |
| Цифрлық құзыреттілікті дамыту үшін технология арқылы жүзеге асырылатын стратегиялар | Мобильді оқыту.  TPACK  GBL  Оқыту объектілері.  Ашық білім беру ресурстары. | Өмір бойы үздіксіз білім алудың негізін құрайтын ақпаратқа қол жеткізу және пайдалану дағдылары барлық пәндерге, оқу жағдайларына және білім берудің барлық деңгейлеріне ортақ. Олар студенттерге мазмұнды меңгеруге және зерттеулерін кеңейтуге, өз бетінше болуға және оқу процесін жақсырақ бақылауға мүмкіндік береді. |

Біз адам миындағы ақпаратты өңдеудің жаңа тәсілдерін ұсынатын білім беру нейротехнологиялары бағытында дамып жатқанымызды ескеруіміз керек. Интернеттің өндірісті, контент құруды, коммуникацияны, ақпаратты өңдеуді өзгерткенін ескере отырып, білім беру моделі педагогикалық және технологиялық бағытпен әдістемелік өзгерістерді талап етеді. Оқыту әдістемесіне соңғы технологияны енгізу оқуды жақсартуда жеткіліксіз, оқуды жеңілдететін педагогикалық әдістемелердің болуы қажет.

Жоғары оқу орындары мамандардың сапалы даярлануына жауап беруге міндетті екендігін мемлекет басшымыз Қасым-Жомарт Тоқаевтың 2021 жылғы 1 қыркүйектегі Қазақстан халқына «Халық бірлігі және жүйелі реформалар – ел өркендеуінің берік негізі» атты Жолдауында *«Ғылымды дамыту – біздің аса маңызды басымдығымыз.* Бұл – уақыт талабына сай болумен қатар, әрқашан бір адым алда жүріп, тың жаңалықтар ұсына білу деген сөз»*-*деп, атап өтті. Яғни ғылымның дамуы жаңа білімнің жинақталуы екенін алға тартты [208].

Оқу бағдарламаларын әзірлеу орталығының мәліметтері бойынша, «Биология» пәнінің негізгі мақсаты-оқушыларға білім беру, ғылым мен техника саласындағы ғылыми көзқарастар мен моральдық құндылықтарға негізделген күнделікті өмірде проблемаларды шешуге және шешім қабылдауға мүмкіндік беру. Биология бойынша оқу бағдарламасы «21 ғасыр дағдыларын» қамтитындай етіп бейімделген, мысалы, зерттеу дағдылар, шығармашылық және сыни ойлау дағдылары, ғылыми дағдылары және тағы басқа [209].

Интегралды білім беру құрылымының модельдері технологиялық, педагогикалық, контекстік және гуманистік құзыреттерді әр түрлі тұрғыдан бақылауға және бағалауға мүмкіндік береді. SPTC бойынша «*21ғасыр дағдыларын»* дамытуға арналған құзыреттіліктің үш түрі атап айтсақ:

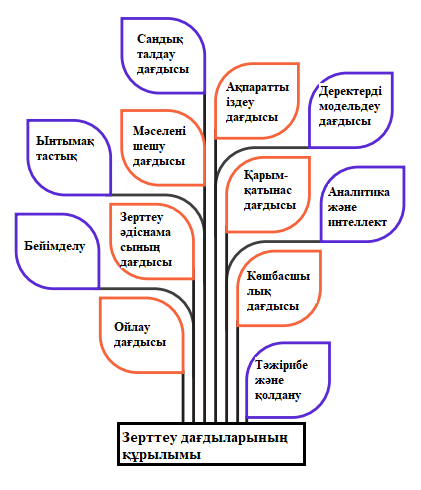
- *оқу дағдылары*: шығармашылық және инновация, сыни ойлау және проблемаларды шешу; қарым-қатынас және ынтымақтастық.

- *сауаттылық дағдылары*: ақпараттық сауаттылық, медиа сауаттылық, цифрлы сауаттылық, ғылыми сауаттылық.

- *зерттеу дағдылар*: икемділік пен бейімделу, бастамашылық және дербестік, өнімділік және есеп беру, көшбасшылық және жауапкершілік.

SPTC биологияның оқытуда бұл құзыреттіліктер білім алушыларды креативті және жаңашыл болуға мүмкіндік беретін идеялар тудырады. Білім алушылардың жаһандық технология әлемінде зерттеу дағдыларын қалыптастырып, міндеттерін тиімді шешуге және бәсекеге қабілеттілігін арттыруға көмектеседі.

SPTC бойынша зерттеу дағдыларының құрылымын анықтау үшін зерттеуге қажетті құрылымдық дағдылар анықталды (сурет 11).



Сурет 11- SPTC бойынша зерттеу дағдыларының құрылымы

I. *Статистикалық сандық талдау дағдысы* - бұл деректерді жинау таңдау, түсіндіру үшін тиісті сандық және сапалық әдісті анықтау. Талдау нәтижелерінен тиісті қорытындыларды құрастыру және түсіндіру.

II. *Ақпаратты іздеу дағдысы*- қол жетімді әртүрлі ақпарат көздері туралы хабардар болу. Бұл ақпаратты іздеу, пайдалану және бағалау мүмкіндігі.

III. *Мәселелерді шешу дағдылары*- бұл проблемаларды анықтау, анықтау және талдау, шешімдер жасау, содан кейін оларды бағалау және белгілі бір контекст үшін ең жақсы шешімді таңдау мүмкіндігі.

IV. *Қарым - қатынас дағдылары және ынтымақтастық дағдылары* - бұл зерттеу нәтижелерін жазу және ұсыну қабілеті. Басқаларға зерттеудің мақсаты мен нәтижелері туралы хабардар ету. Ақпаратты жалпылау, зерттеудің мақсатын, міндеттерін, қорытындыларын түсіндіру және коммуникацияны қажеттіліктерге бейімдеу.

V. *Зерттеу әдіснамасының дағдылары -* бұған тиісті зерттеу әрекеттерін анықтау және әзірлеу, зерттеу жобасының шектеулері мен көлемін түсіну мысалы, үлгі өлшемдері мен деректер түрі кіреді [210].

VI. *Көшбасшылық дағдылары* және *бейімделу дағдылары-* пайымдау мен мақсаттылықты қалыптастыру, қатысу мен есеп беруді ынталандыру, өзіңізге және басқаларға өз ойларын өзгертуге мүмкіндік беру тәсілі.

VII. *Деректерді модельдеу және* о*йлау дағдылары* - нақты түсінікті көрсете отырып, деректер ағынын жоспарлауға, жобалауға, басқаруға және оңтайландыруға жүйелік ойлау мен логикалық тәсілді қолданады. Бұл ұғымдарды олардың деректер алмасуға және функционалдық үйлесімділікке кеңірек әсеріне байланысты таниды.

VIII. *Аналитика және интеллект* - деректерді алу және талдау үшін қажетті сапа талаптарын анықтайды. Деректерді түсіндіруді жақсарту және шешім қабылдауға ықпал ету үшін визуализация және ойлау әдістерін қолданады.

IX. *Тәжірибе және қолдану -* Ақпараттық ресурстардың функционалдық үйлесімділігінің кеңірек әсерін мойындай отырып, деректердің құндылығын және олардың қалай бөлінетінін (деректер мен ілеспе модельдер мен стандарттар) барынша арттыру үшін сенімділік қатынастарын қалыптастырады.

Биология ғылымының негізі генетика саласы қазіргі таңда ең жылдам дамып келе жатқан ғылымдардың бірі. Генетика білімі жаратылыстану ғылымдарын зерттеудің мақсатына айналатын және бөліп қарастыруға болмайтын үш аспектіні қамтиды: процесс, өнім және көзқарас. Бұл дегеніміз, жаратылыстану ғылымдарын зерттеу кезінде барлық аспектілер теңдестіріліп, білім аспектісі ғана емес, сонымен қатар дағдыларда қамтылады. Білім беру процесінде зерттеу дағдыларын дамыту болашақ биолог мамандарды дайындауда өте маңызды. Генетикалық білім мектепте биология пәнінің құрамында бастауыштан бастап мазмұн жағынан үздіксіз дами отырып, ЖОО - на дейін, жүйелі түрде жалғасады. Мәселен, бастауыш сыныптарда білім беретін «Жаратылыстану» пәндері осы жүйелі ғылымның алғашқы іргетасын қалайды. Осы кезден бастап генетика саласы бойынша берілген тақырыптар «Ғылыми зерттеулердің бағыттарының болашақтағы дамуына болжам жасау» туралы білім мен ұғымдары қалыптасады. «Генетикалық кодтың қасиеттері», «Тұқымқуалаушылық пен өзгергіштіктің заңдылықтары», «Харди-Вайнберг генетикалық тепе-теңдік заңы» атты тақырыптар жалпы білім беретін мектептің 11-сыныбына арналған «Биология» пәнінде оқытылады (кесте 6).

Кесте 6 - Генетика пәні бойынша берілетін білімнің жоғары оқу орындары мен мектеп бағдарламасындағы сипаттамасы

|  |  |
| --- | --- |
| ЖОО оқу бағдарламасы 2022-2023  (Генетика және селекция негіздері пәніне арналған силлабус бойынша) | Мектеп бағдарламасы 2022-2023 оқу жылы  (күнтізбелік-тақырыптық жоспардың үлгісі бойынша) |
| 1 | 2 |
| 6В05101, 6В01509 – Биология мамандықтары бойынша | 7 сынып «Биология» пәні бойынша: |
| Генетика және оның жаратылыстану ғылымдар жүйесіндегі орны.  Тұқым қуалаушылықтың материалды негіздері.  Хромосомалар. Жасушаның тіршілік циклі | 7.2.4.1- адам ағзасындағы тұқым қуалайтын және тұқым қуаламайтын белгілерді зерттеу;  7.2.4.2-үздік және үздіксіз өзгергіштік мысалдарын келтіру;  7.2.4.3-белгілерді анықтауда гендердің рөлін түсіндіру;  7.2.4.4-хромосомадағы генетикалық ақпарат ДНҚ рөлін түсіндіру; |
| Жыныс жасушаларының дамуы.  Тұқым қуалаудың заңдылықтары. | 8 сынып «Биология» пәні бойынша: |
| 8.2.4.1 –тұқым қуалаушылық пен өзгергіштіктің эвалюциядағы рөлін дәйектеу |
| Гендердің өзара әрекеттесуі кезіндегі белгілердің тұқым қуалауы. Тіркесу және кроссинговер;  Өзгергіштік. Өзгергіштіктің негізгі заңдылықтары мен түрлері. | 9 сынып «Биология» пәні бойынша: |
| 9.2.4.1-генетиканың дамуы мен қалыптасуындағы Мендель зерттеулерінің рөлін бағалау;  9.2.4.2-моногибридтті будандастырудың цитологиялық негіздерін дәлелдеу және есептер шығару;  9.2.4.3-дигибридтті будандастырудың цитологиялық негіздерін дәлелдеу және есептер шығару;  9.2.4.4-толық және толымсыз доминанттылықты салыстыру,маңыздылығын бағалау;  9.2.4.5-талдаушы будандастыру;  9.2.4.6-жынысты анықтау теориясын сипаттау;  9.2.4.7-жынысты анықтау кезінде хромосомалардың рөлін түсіндіретін сызба жасау;  9.2.4.8-адамның қан тобының тұқымқуалауын және қан топтарын анықтау;  9.2.4.9-адам генетикасын зерттеудің негізгі әдістерін сипаттау  9.2.4.10-шежіре сызбасын құру; |

1. - кестенің жалғасы

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | 2 |
| Модификациялық өзгергіштікті сандық талдау;  Тұқым қуалайтын өзгергіштік;  Мутациялар-дың пайда болу және жіктелуі: нүктелік, индукциялан-ған мутациялардың жүру жолдары;  Онтогенездің генетикалық негізі. Генетикалық полиморфизм және көп аллельділік;  Популяциялық генетика. Популяция және оның генетикалық құрамы. Харди-Вайнберг заңы; | 10сынып «Биология» пәні бойынша: |
| 10.2.4.1-модификациялық өзгергіштіктің заңдылықтарын зерттеу;  10.2.4.2-көп аллельділіктің цитологиялық негіздерін есептер шығаруда қолдану;  10.2.4.3-кроссинговер нәтижесінде белгілердің тұқымқуалау заңдылықтырының бұзылуын түсіндіру;  10.2.4.4-аллельді және аллельді емес гендердің өзара әрекеттесуін салыстыру;  10.2.4.5-Хуго де Фриздің мутация теориясын, мутагенез себептерін және мутация түрлерін зерттеу;  10.2.4.6-хромосомалар санының ауытқуымен байланысты адамның хромосомдық ауруларын (аутосомдық және жыныстық сипаттау); |
| Адам генетикасы;  Тұқым қуалайтын аурулар;  Адам генетикасының зерттеу әдістері;  Шежіре әдісене схема құрастыру; | 11сынып «Биология» пәні бойынша: |
| 11.2.4.1-дезоксирибонуклеин қышқылы рекомбинациясы мен мутациялардың арасындағы байланысын табу;  11.2.4.2-Халықаралық «Адам геномы» жобасының маңызын талқылау; |
| Ескерту - Бағдарламада оқыту мақсаттарын пайдалану ыңғайлылығы үшін кодтау енгізілді. Кодта бірінші сан сыныпты, екінші және үшінші сандар – бөлім мен бөлімшенің, төртінші сан - оқыту мақсатының реттік саны | |

Соңғы онжылдықта әлемдік генетикада ақпараттық революция болды. Зерттеулер бойынша 2025 жылға қарай іргелі биология, биомедицина, биотехнология, биоинформатика саласындағы генетикалық деректер көлемі басқа ғылым салаларына қарағанда әлеуметтік желілердегі деректер көлемінен бірнеше есе асатын болады [211].

Генетика тірі ағзаларға тән тұқымқуалаушылық пен өзгергіштікті зерттейтін биологияның бір саласы. Хуго Де Фриздің тірі ағзалардың тұқым қуалайтын қасиеттерінің өзгеретіндігін көрсететін *мутация теориясының* ұсынылуы генетика ғылымында ерекше орын алды. Генетика - технологиялық және пәнаралық дамуды қажет ететін күрделі ғылым. Мәселен, генетикалық мутацияларды түсіну өз кезегін де Covid-19 пандемиясы бойынша ақпараттың дұрыстығын өңдеу және тексеру үшін пайдаланылды. Осылайша, мутация тұжырымдамасы туралы материалдарды студенттерге түсіндіруде тек есте сақтау арқылы емес, шынайы және түсінікті болатындай проблемаларды шешу, зерттеу дағдыларын үйрету арқылы қол жеткізуге болады [212]. Мутация тұжырымдамасы студенттердің мутагенез, канцерогенез туралы теориялық және практикалық білімдерін тереңдетуге мутациялық процесс және генотоксикология саласындағы зерттеулердің негізгі бағыттары мен мәселелерін таныстырады. Физикалық, химиялық, биологиялық және генетикалық белсенді факторлардың ағзаға мутагендік әсерін қарастыруға, сонымен қатар ХХ ғасырдың ең ауыр ауруларының бірі ретінде қатерлі ісік дамуының себептері мен цитологиялық механизмдерін зерттеуді, ДНҚ зақымдануын қалпына келтірудің және тағы басқа молекулалық механизмдерді талдайды. Ол үшін студенттер генетикадан алған негізгі білімдерін пайдалана алады. Мутация бөлімі бойынша студенттер мутацияларды анықтау мен геноуыттылық, канцерогенез, мутагенезді сандық есепке алудың цитологиялық және генетикалық әдістерін меңгеруді, Lux-тест және Эймс тестпен танысады [213].

Генотоксикология - бұл қоршаған ортадағы мутагендерді анықтайтын токсикологияның жаңадан дамыған саласы. Қатерлі ісік тудыратын агенттердің көпшілігі, канцерогендер де мутагендер болып табылады. Мутагенді анықтау көптеген салаларда, соның ішінде фармацевтика, тағамдық қоспалар, ауыл шаруашылығы, қоршаған ортаның ластануын талдау және көптеген өндірістік процестерде маңызды деп танылған [214].

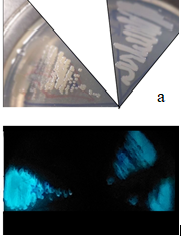
Қоршаған ортаның генотоксиканттарын жылдам анықтау үшін SOS-lux тесті жасалды. Бактериялық люцифераза мен оның субстратын синтездеуге арналған барлық ақпаратты қамтитын теңіз фотобактериясының LUX-опероны (Photobacterium leiognathi) SOS промоторының бақылауына клондалған және *E. coli*-де плазмидаға енгізілген. Алынған рекомбинантты штамм жасушалардың биолюминесценция деңгейін өлшеу арқылы SOS реакциясының деңгейін бағалауға мүмкіндік береді.

Люминесцентті бактериялар тұзды көлдер мен тұщы су қоймаларында емес, негізінен теңіздер мен мұхиттарда тіршілік етеді. Біз жүргізген зерттеуімізде алғаш рет температура мен тұздылықтың қатты ауытқуымен сипатталатын, күрделі гидрохимиялық табиғаты бар, мұхиттан бөлінген су қоймасы болып табылатын Арал теңізінде люминесцентті микрофлораның табылуы туралы берілді. Мұнда, Кіші Аралдың акваториясын мекендейтін люминесцентті бактериялардың *Vibrio* тұқымдасына жататын екі түрі көрсетілген. Аралдың суының температурасы мен тұздылығының айтарлықтай өзгеруін ескере отырып, бұл түрлер жыл мезгілдеріне, су тасқынына және т.б. өзгерістер кезінде пайда болатын әртүрлі экологиялық нишаларға байланысты болуы мүмкін.

2023 жылғы экспедиция шеңберінде мынадай көздерден 15, 35 және 70 г/л теңіз тұзы бар агаризацияланған теңіз ортасына бактериялық микрофлора себілді:

* Қызылорда облысы, Арал ауданы, Бөген ауылының маңындағы Кіші Арал теңізінен алынған теңіз суы.
* Қызылорда облысы, Арал ауданы, Бөген ауылының маңындағы Кіші Арал теңізінің жағасынан жағалық топырақ және органикалық шығарындылар.
* Кіші Арал теңізінде егуден 2 сағат бұрын ауланған және жергілікті балықшылардан сатып алынған кәсіпшілік балықтардың (16 дана, оның ішінде қарақұйрық, берш, сазан, қылышбалық, ақсыла) ішектерінің құрамы.
* Кіші және Үлкен Арал теңіздері арасындағы бөгет маңындағы шағын көлдер мен каналдардың суы.

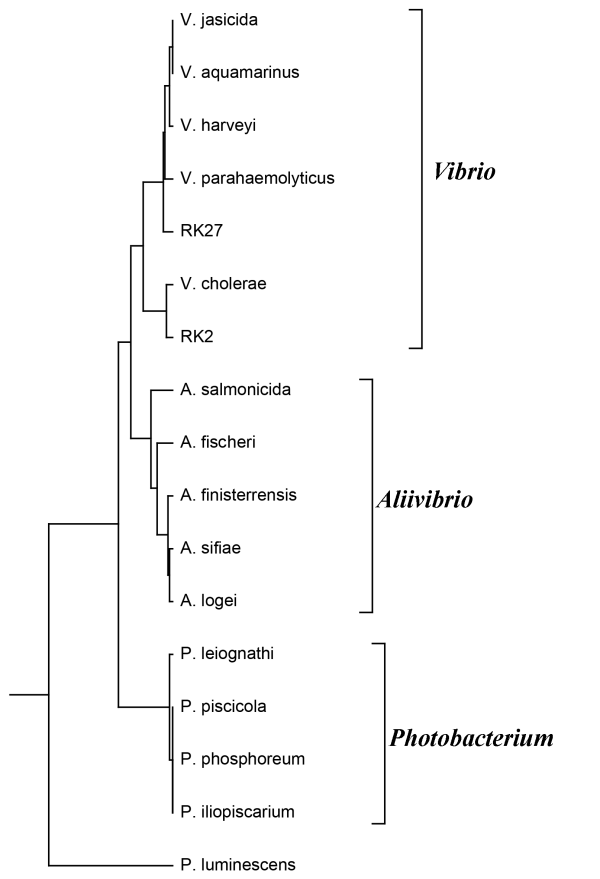
Сонымен қатар, Арал ауданы Бөген ауылының маңында сарғыш-қара шөгіндісі бар қызыл жартылай сұйық масса ретінде сипатталатын тұзды батпақты судан үлгілер жиналды (сурет 12 А).

**б**

Сурет 12 - Жарықта (а) және қараңғыда (б) кіші Аралдың люминесцентті бактерияларының колониялары

Ыдыстарды +20-28°С температурада ~30 сағат, содан кейін +4-тен +25°С-қа дейінгі айнымалы температурада 3-4 күн бойы инкубациялады. Алынған колониялардың биолюминесценция қабілеті қараңғы бөлмеде визуалды түрде (сурет 12 -б) және люминометрдің көмегімен тексерілді.

Нәтижесінде люминесцентті колониялар тек Кіші Аралдың акваториясынан жиналған үлгілерден табылды. Люминесцентті бактериялар суда да, кіші Аралдың теңіз жолағындағы органикалық шығарындыларда да, сынамалар алынғанға дейін 1-2 сағат бұрын тоғанда ауланған 16 балықтың 15-нің ішектерінде де табылды. Люминесцентті бактериялар тұщы су балықтарының мысалы, ақсыла, қарақұйрық, берш түрлерінің ішектерінен табылған, алайда, өзендердің сағаларына жақын жартылай тұзды суларда (Еділ, Орал, Амудария) масса жинауға қабілетті екендігі назар аудартады. Таксономиялық сәйкестілікті анықтау үшін әр морфологиялық типтің өкілдері таңдалды. Оқшауланған штаммдардың таксономиялық байланысын анықтау үшін рибосомалық РНҚ-ның 16S гені секвенирленді және алынған тізбектерге филогенетикалық талдау жасалды. Екі оқшауланған штаммға арналған филогенетикалық ағаштар және *Vibrionaceae* люминисцентті бактериялардың ең жақын типтік штаммдары көрсетілген (сурет 13).



Сурет 13 - 450 п.н. тізбектеріне негізделген филогенетикалық ағаш. Сыртқы топ ретінде Vibrionaceae, Photorhabdus luminescens тұқымдасының бактерияларының типтік люминесцентті штаммдарының 16S рРНҚ алынды

13-суреттен көріп отырғанымыздай, рибосомалық РНҚ-ның 16S гендік тізбегін талдау оқшауланған клондардың туыстық байланысын *Vibrio* ретінде анықтауға мүмкіндік берді.

Кіші Арал теңізі суларының метагеномикалық зерттеуі кезінде микробиотада вибриондардың айтарлықтай мөлшерінің болуын көрсетті. Метагеномдық деректерде люциферазаларды кодтайтын гендерді іздеу оң нәтиже бермегенін атап өткен жөн. Бұл жағдайда жарық беретін бактериялар >90% балық ішектерінен, су үлгілерінен алдын ала концентрацияны немесе фильтрацияны қолданбай өсірілді, бұл осы бактериялардың айтарлықтай таралуын және олардың акваторияда жоғары титрлілігін көрсетеді. Барлық белгілі теңіз люминесцентті бактериялары *Vibrionaceae* тұқымдасына жататындықтан, біздің жұмысымыздың нәтижесінде Аралдың люминесцентті микрофлорасы *Vibrio* тұқымдасына жататынын анықтағанымыз таңқаларлық емес. Бастапқыда тұщы судағы балық түрлері люминесцентті микрофлораға қоныстанғандығы қызықты көрінеді. Өйткені талдау геномның жеткілікті қысқа учаскесі бойынша жүргізілді, ал *Vibrio* тұқымында қазіргі уақытта RK27 штаммының *V. vulnificus* -қа, ал RK2 штаммының *V. cholerae* -ге жақындығының айқын көрінуіне қарамастан, 150-ден астам түр бар, нақты түрді анықтау қосымша зерттеулерді қажет етеді [84,с. 146].

*Эймс сынағы.* Бұл мутагендерді анықтауға арналған жылдам орындалатын сандық сынақ түрі. Эймс сынағын 48 сағат ішінде жасауға болады. Эймс сынағында мақсатты нысан бактерия болып табылады. Көптеген қосылыстар мутагендер ретінде анықталды, соның ішінде кейбір шаш бояғыштары, отқа төзімді заттар және тағамдық бояғыштар бар. Мұнда гистидин оперонында мутацияға ие, сондықтан гистидинді синтездей алмайтын *Salmonella typhimurium* түрінің бактерияларын пайдаланады. Оларды гистидин ауксотрофтары *(his–)* деп атайды. Қосылыстар осы мутацияның реверсиясын тудыруы мүмкін екенін анықтау үшін сыналады. Тестті *his* мутанттарын гистидиннің аз ғана мөлшері бар агар пластинкасына қою арқылы өте қарапайым түрде жасауға болады. Кристалл немесе сүзгі дискісі құрамында зерттелетін қосылыстың ерітіндісі бар, агардың бетіне орналастырылады. Егер сыналған қосылыс мутагенді болмаса, онда агар пластинасында кездейсоқ шашыраңқы бірнеше кері колониялар анықталады. Егер ол мутагенді болса, онда колониялардың саны артады және олар қосылыс пластинаға орналастырылған нүктенің айналасында топтасады. Сыналған қосылыстар үшін бактериялардың өткізгіштігін генетикалық түрде өзгертуге және олардың зақымдалған ДНҚ-ны қалпына келтіру қабілетін төмендетуге болады [215].

Қатерлі ісік тудыратын кейбір қосылыстар организмдегі ферменттердің әсерінен мутагендерге айналғаннан кейін ғана қабілетті. Олар прокарциногендер деп аталады. Ферменттердің әрекеті оларды абсолютті канцерогендерге айналдырады [216].

*Escherichia coli* *K12* микробиологиялық және молекулалық генетикалық зерттеулердің классикалық нысаны болып табылады.

Алдымен жүргізілетін зерттеу жұмысы - *ColD* генінің промоторының бақылауындағы lux-опероны бар рекомбинантты плазмиданы тасымалдайтын *E. coli* MG1655(pColD-lux*)* lux-биосенсорын пайдалана отырып, 9-аминоакридин (9-АА) және 8-метоксипсораленнің (8-МОП) геноуыттылығын салыстырмалы зерттеу жүргізілді. ColD гені (cda) ДНҚ репарациясын және жасушалардың ДНҚ зақымдалуына төзімділігін қамтамасыз ететін *E. coli* SOS регулонына кіреді. Lux опероны ДНҚ зақымдануына SOS жауап деңгейін сипаттайтын репортерлік функцияны орындайды. Биосенсордың люминесценция қарқындылығының өзгеруіне байланысты 9-АА және ультракүлгін сәулемен (λ=365нм) белсендірілген 8-МОП геноуыттылығы ескерілді. 9-АА әлсіз ДНҚ-ны зақымдайтын белсенділікті көрсетті. Ультракүлгін сәулелердің жоғары дозаларында бактерия жасушаларының өмір сүруінің 25 есе төмендеуі анықталды (2х108 – ден 8х106-ға дейін), ал өміршең жасушаларда SOS реакциясының қарқындылығы 106 жасушаға шаққанда 675 есе артады. Бактериялардың ДНҚ-ны зақымдайтын және өлімге әкелетін әсері 8-MОП концентрациясы мен ультракүлгін сәулелену дозасына тәуелділігі зерттелді.

ДНҚ зақымдайтын немесе *Е.соli*-дегі оның репликациясын бұзатын көптеген әсерлер (УК сәулелер, алкилдеуші агенттер, т.б.) *S0S-жауаптар* деп аталатын бірқатар фенотиптік өзгерістерді индукциялайды. Осы жауаптың бір түріне ДНҚ-ның S0S репарациясы жатады. Мысалы, УК сәулелендірген кезде *E.coli*-де SOS репарацияның индукциясы тек геномда ең кем дегенде 30-60 кесілмеген димер болған жағдайда ғана жүреді. S0S репарациясының нәтижесінде клеткадағы ДНҚ мөлшері екі есе көбейеді, клетка бөлінеді және тіршілігін жалғастырады.

Үш түрлі *E.coli* MG1655 биосенсорындағы 47 заттың белсенділігін зерттегенде: pColD-lux, pSoxS-lux және pkag-lux 16 зат SOS реакциясын тудырды, бұл олардың ДНҚ-ны зақымдау қабілетін көрсетеді, 6 зат тотығу стрессін тудырды. Алынған нәтижелерді Эймс сынағындағы осы химиялық қосылыстардың мутагендік белсенділігі туралы мәліметтермен салыстыру 42 зат үшін нәтижелердің толық сәйкестігін көрсетті. Cold-lux сенсорындағы заттарды сынау нәтижелері SOS хромотестіндегі көптеген заттарды зерттеу нәтижелерінің қысқаша мазмұнында берілген мәліметтермен сәйкес келді.

БиосенсорларpSoxS–lux және pKatG–lux 29 заттың, соның ішінде белгілі антиоксиданттар мен сәулеге қарсы агенттердің паракват пен пероксидпен индукцияланған *E.coli* бактериялық жасушаларындағы тотығу стрессіне әсерін зерттеу үшін пайдаланылды. *PKatG-lux* биосенсорындағы 29 заттың 23-і (79%) және *pSoxS-lux* биосенсорындағы 29 заттың 22-сі (76%) антиоксиданттық белсенділікті көрсетті. Ксантотоксин 8-МОП фурокумариндер класына жатады-өсімдік тектес фотосенсилибиздеуші және псориаз және витилиго фотохимиотерапиясында қолданылады, ол PUVA терапиясы деп аталады. Мұндай терапияда пациенттерге 8-МОП ішке тағайындалады, содан кейін терінің зақымдалған жерлерін 320-400 нм толқын ұзындығымен ультракүлгін А (ультракүлгін-А) сәулелендіру жүргізіледі.

Фотоактивация нәтижесінде 8-MОП ДНҚ-ның зақымдалуын және оның репликациясын тежейді. Бұл апоптозбен аяқталатын жасушадағы көптеген морфологиялық және биохимиялық өзгерістерге әкеледі. 8-MОП әсер ету механизмі оның ДНҚ-ға интеркалациялану және ультракүлгін А сәулелену кезінде ДНҚ-ның пиримидин негіздерімен аддукторлар түзу қабілетіне негізделген. 9-аминоакридин-клиникалық жағдайда жергілікті антисептик ретінде қолданылатын флуоресцентті бояғыш. Эксперименттік жұмыста 9-АА мутаген ретінде пайдаланылады, бұл бактерияларда Фраймшифт мутацияларды тудырады (frameshift).

Гетероциклді қосылыстар тобы болып табылатын 9-АА туындыларының көпшілігі ісікке қарсы, вирусқа қарсы, бактерияға қарсы болып келеді.

*Генетикалық зерттеу әдістері.* Штамм ретінде индукцияланатын *colD* генінің *(cda)* промоторының бақылауына алынған *Photorhabdus* *luminescens* топырақ фотобактериясының *luxCDABE* оперонымен рекомбинантты плазмиданы тасымалдайтын *E.coli* MG1655(pSoxS-lux) Lux биосенсоры пайдаланылды. *luxCDABE* опероны люциферазалардың жұмысына жауап беріп және биолюминесценцияны қамтамасыз етеді, оның қарқындылығы *E. coli* SOS регулонына кіретін colD генінің экспрессия деңгейін көрсетеді.

Түнгі дақылды дайындау үшін дақылдар жиынтығынан 2 мкг/мл аз мөлшерде дақыл алынды, 5мл LB сұйылтылды және 37°С температурада түнде өсуге қалдырылды. 2 мл түнгі дақыл және 20 мкг/мл ампициллин 20 мл жаңа LB-де сұйылтылып, 2 сағат бойы 37°С температурада аэрациямен 3.0 дақылдың тығыздығына дейін өсірілді. Содан кейін жасуша суспензиясы бар 180 мкл сынамалар арнайы планшеттерге салынып, әр түрлі концентрацияда 20 мкл 8-МОП ерітіндісі қосылды. Ультракүлгін шамды (толқын ұзындығы 365 нм ультракүлгін А) пайдаланып затты белсендіру үшін 8-MОП бар планшеттер 3 минут сәулеленді. Ультракүлгін сәуленің дозасы TKA-ПKM-12 ультракүлгін радиометрімен өлшенді. Бақылау ретінде 8-МОП қосылмаған дақыл мен зерттелетін 8-МОП концентрациясы бар, бірақ сәулеленусіз қосымша планшет қолданылды. Содан кейін планшеттер термостатқа 37°C температурада 90 минутқа қойылды. Инкубация аяқталғаннан кейін люминесценция LuxMate құрылғысында өлшенді және нәтижелер кестеге жазылды.

Биосенсор бактерияларының өмір сүруін анықтау үшін, яғни люминесценцияны өлшегеннен кейін планшеттің ұяшықтарында колониялық түзуші бірліктердің (КОЕ) саны 10-2-ден 10-6-ға дейін жаппай өсірілді. 10 мл физиологиялық ерітіндісі бар пробиркаға әрбір концентрация үшін 8 ұяшықтан 100 мкл орташа құрам қосылып, бірінші пробирканың ішіндегісі араластырылды және осы пробиркадан 100 мкл алып, келесі пробиркаға орналастырылды, содан кейін әр түрлі ерітінділерден 100 мкл алынды және LB-ортада мұздатылған қоректік агары бар Петри табақшасына құйылды. Агардың бетіндегі қабаттың біркелкілігі үшін ерітінді стерильді шпательмен сүртті. Әрекеттердің реттілігі тәжірибенің әрбір нұсқасы үшін (8-МОП концентрациясы немесе УФ дозасы) үш рет қайталанды. Содан кейін табақшалар түнде 37°C температурада қалды, келесі күні жеке колонияларды қолмен санау жүргізілді.

*9-аминоакридиннің (9-АА) E.coli* MG1655 *(pColD-lux) биосенсорының люминесценциясына әсері*. 9-АА молекуласы іргелес ДНҚ негіздерінің арасына ене алады және нәтижесінде ДНҚ репликациясы кезінде Фраймшифт типіндегі мутация пайда болады. Сондықтан (9-АА) химиялық қосылыстардың мутагендік белсенділігін зерттеу кезінде *S.typhimurium* TA1537 және TA 97 штаммдарындағы Эймс сынағында оң бақылау ретінде пайдаланылады.

Біз 9-АА-ның *E.coli* жасушаларында ДНҚ зақымдануын индукциялау қабілетін зерттедік, бұл ДНҚ репарациясын белсендірілуінің көрсеткіші болып табылатын SOS реакциясын тудыруы мүмкін. 14 және 15-суреттерде *E. coli* MG1655(pColD-lux) биосенсорындағы 9-АА тестілеу нәтижелері 0,0001-ден 0,25 моль/л-ге дейінгі концентрациялардың кең диапазонында көрсетілген. 9 - АА өзін әлсіз ДНҚ зақымдайтын агент болып шықты және статистикалық 9-АА концентрациясында спонтандыға қатысты люминесценцияның статистикалық маңызды асып кетуі байқалды. Бұл жағдайда ол екі еселенген деңгейден аспады.

Сурет 14 - Люминесценцияның E. coli (P ColD-lux) биосенсорына тәуелділігі

9-АА концентрациясы

Сурет 15 - 9-АА нұсқаларындағы E. coli (p ColD-lux) биосенсорының люминесценция қарқындылығының бақылаудағы люминесценция қарқындылығына қатынасы

*8-метоксипсораленнің (8-МОП) E.coli* MG1655 *(pColD-lux) биосенсорының люминесценциясына әсері.*

1-ден 5 минутқа дейін *E.coli* MG1655 (pSoxS-lux) биосенсорының УК-А

(365 нм) сәулеленуі спонтанды люминесценция деңгейінің статистикалық өзгеруіне ұшырамады.9,2х10-4моль/л концентрациясында 8-МОП қатысуымен биосенсордың УК-А сәулеленуі кезінде люминесценция қарқындылығының күрт өсуі байқалды. 8-МОП қатысуымен биосенсордың 1 минут сәулеленуінде люминесценция қарқындылығы 47351 шартты құрады. Бақылау нұсқасында биосенсордың люминесценциясының спонтанды деңгейінен 78 есе жоғары бірлік (602 шарт.бірлік). Бұл 8-MОП ультракүлгін сәулелену арқылы белсендірілетінін және ДНҚ-мен аддукциялар түзетінін және оның репликациясын тоқтататынын білдіреді. Бактерия жасушаларында ДНҚ синтезін тоқтатуға жауап ретінде биосенсорлық люминесценция қарқындылығының жоғарылауы арқылы біз бекітетін SOS-репарация жүйесі индукцияланады. УК-А ұзағырақ әсер еткенде биосенсордың люминесценция қарқындылығы әсер ету ұзақтығына байланысты төмендеді. 16-суреттен сәулелену ұзақтығының ұлғаюымен (3 минуттан астам) люминесценция қарқындылығының төмендеуі байқалады, яғни 8-МОП+УК-А комбинациясының бактерияларға уытты әсері көрінеді. *E.coli* MG1655 (pColD-lux) биосенсорының люминесценция қарқындылығының 2,16 Дж/м2 УК-А дозасына сәйкес келетін сәулеленудің белгіленген ұзақтығы (3 мин) кезіндегі 8-МОП концентрациясына тәуелділігі 17-суретте көрсетілген. Бұл жағдайда флуоресценция қарқындылығының 8-MОП концентрациясына сызықтық тәуелділігі байқалады. Бұл УК-А сәулеленудің төмен дозасы жағдайында 8-MОП концентрациясының жоғарылауы, биосенсордың SOS жауап деңгейі жоғарылайтынын көрсетеді. Егер 16 және 17-суреттерде көрсетілген люминесценцияның 8-МОП 9,2х10-4 моль/л тұрақты концентрациядағы УК-А дозасына және УК-А тұрақты дозасындағы 8-МОП концентрациясына тәуелділігінің графиктерін салыстыратын болсақ, онда бірінші жағдайда УК-А+8МОП комбинациясының уытты әсерін байқаймыз - 8MОП, ал екінші жағдайда люминесценция қарқындылығының жоғарылауының 8-MОП концентрациясына сызықтық тәуелділігін байқаймыз.

Сурет 16 - E. colimg1655(pColD-lux) биосенсорының люминесценция қарқындылығының 8-МОП жоқ 9,2х10-4 моль/л концентрациясында және ультракүлгін сәулелену ұзақтығына тәуелділігі

Сурет 17 - E. coli MG1655(pColD-Lux) люминесценция қарқындылығының 3 мин УК-А сәулеленуінен кейінгі 8-MOП концентрациясына тәуелділігі

Кесте 7 - 1-ден 5 минутқа дейін 8-МОП+УК сәулеленумен белсендірілген кезде E.coli MG1655 (pColD-lux) биосенсорының люминесценция қарқындылығы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| УК-сәулелену, мин | 200 мкл, шартты. Бірлік. Люминесценция | 200 мкл КОЕ саны | 106 КОЕ, шартты.бір. Люминесценция |
| 0 | 680 ± 75 | 2 х 108 | 3,4 |
| 1 | 38540 ± 2660 | 2 х 108 | 192,7 |
| 2 | 36170 ± 1970 | 2 х 108 | 180,8 |
| 3 | 34625 ± 2355 | 5 х 107 | 692,7 |
| 4 | 24820 ± 1730 | 2 х 107 | 1241,0 |
| 5 | 18365 ± 1551 | 8 х 106 | 2295,6 |

9-АА және 8-MОП *E.coli* биосенсорында (pColD-Lux) SOS реакциясын индукциялау қабілетін зерттеуде алынған нәтижелерді салыстыру ДНҚ-дағы интеркаляция әдісі шешуші рөл атқаратынын көрсетті. 9-АА молекуласының тізбекті құрылымы көршілес қос тізбекті ДНҚ негіздерінің арасына енуге және бір нуклеотидтің мөлшеріне бөлуге мүмкіндік береді, бұл ДНҚ репликациясы нәтижесінде еншілес жіптерде бір нуклеотидтің енгізілуіне немесе түсуіне себеп болады (Фраймшифт мутация). Мұндай интеркаляция ДНҚ синтезінің тоқтатпайды және SOS репарациясының индукциясына әкелмейді. Бұл тек 9-АА жоғары концентрациясында болуы мүмкін. 9-АА концентрациясында 0,01 моль/л-ден асатын биосенсордың әлсіз SOS реакциясы тіркелді Бұл жағдайда 9-АА индукциялаған биосенсорлық люминесценция спонтанды люминесценция фонында екі еселенген деңгейден аспады.

*Escherichia coli* бактерияларында SOS реакциясы жасушалардың ДНҚ-ны қалпына келтіру және репликациялау қабілетін арттыруға, жасушалардың ДНҚ зақымдалуына төзімділігін арттыруға және мутагенездің қарқындылығын төмендетуге бағытталған. SOS реакциясын индукциялауда *lex*A және *rec*A гендік өнімдері, сондай-ақ ДНҚ-да бір тізбекті үзілістердің болуы (ssDNA) маңызды рөл атқарады. LexA гені SOS-регулон гендерінің репрессоры болып табылатын *lex*A ақуызын кодтайды. SOS-регулон гендерінің экспрессиясы кезектесіп жүреді. Алғашқы SOS гендері индукцияланғаннан кейін болжам бойынша 40 минуттан кейін орындалады. Осылайша, біз қолданған *E. coli* MG1655*(pColD–lux)* биосенсоры SOS-регулон терминал генінің промоторын алып жүреді, ол ДНҚ зақымдануын қалпына келтірудің алғашқы кезеңдерінде жойылмаған кезде белсендіріледі. Оларға ДНҚ репликациясының тоқтауына әкелетін көлемді қосымшалар, тимин димерлері және тізбек аралық айқаспалы байланыстар жатады.

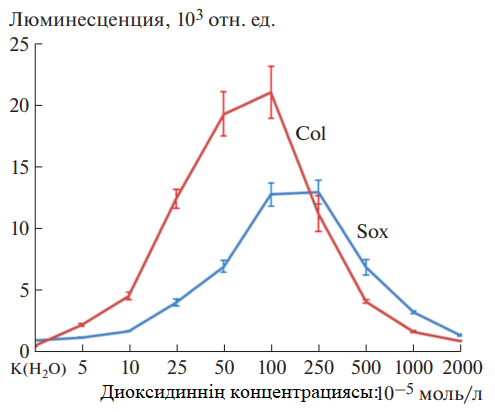
Сыналатын агенттің ДНҚ-ны зақымдау қабілетін зерттеуге арналған lux биосенсорларында сенсор ретінде *recA, dinI, colD*(*cda*) сияқты индукцияланатын SOS жүйесінің гендерінің промоторлары қолданылады. Біз *luxCDABE* оперонымен транскрипциялық түрде біріктірілген pColD, промоторы бар плазмиданы тасымалдайтын *E. coli* MG1655 (pColD-lux) биосенсорын қолдандық. Биосенсор спонтанды люминесценцияның төмен деңгейімен және реакцияның жоғары амплитудасымен сипатталады, яғни индукция кезінде спонтанды деңгейден асатын реакцияның жоғары деңгейі.

*E. coli* MG1655 *(pSoxS-lux)* биосенсорын қолданғанда, 9-АА және 8-МОП геноуыттылығының белсенділігі ДНҚ-дағы интеркаляция әдісіне байланысты болды. 9-АА өзін жоғары концентрацияда ғана анықталатын әлсіз SOS жауап индукторы. 8-MОП бактериялардағы SOS реакциясының индукциясы ультракүлгін сәулелену дозасына да, 8-MОП концентрациясына да тәуелді. УК-А жоғары дозаларында бактериялардың бір бөлігі өледі, бұл 8-MОП индукцияланған интерстициалды айқаспалы байланыстармен байланысты. Алайда, бұл жағдайда өміршең жасушаларда биосенсордың қарқынды люминесценциясы тіркеледі, бұл SOS реакциясының жоғары деңгейін көрсетеді [90,с. 44].

Зерттеу жұмысымыздың келесі кезеңінде - *Escherichia coli* lux-биосенсорларының көмегімен диоксидиннің геноуыттылық механизмі зерттелді.

Антибактериалды диоксидин агентінің *E.coli* жасушаларында анион - радикалды су пероксидін түзу қабілеті, SOS реакциясын индукциялау, ДНҚ фрагментациясын, бактериялардың өлімін тудыру, сондай-ақ антиоксиданттардың *E. coli* люминесцентті биосенсорлары арқылы аталған процестерге әсері зерттелді. Диоксидин pColD-lux биосенсорында SOS реакциясын pSoxS-lux биосенсорындағы ең тиімді люминесценция индукциясына тән концентрацияда тудырды, оның интенсивтілігі жасушадағы супероксид мөлшеріне байланысты (сурет 18). Диоксидин көп концентрацияда 0.001 моль/л бактерия жасушаларының өмір сүруінің төмендеуіне әкелді, бұл электрофоретикалық талдау ДНҚ деградациясымен бірге жүретінін анықтады. Соңғысы диоксидин концентрациясының жоғарылауымен күшейіп, глутатион мен ацетилцистеин антиоксиданттарының қатысуымен төмендеді. Антиоксиданттар SOS реакциясының диоксидин индукциясын, сондай-ақ супероксид радикалының түзілуін әлсіретті. Бактериялық редуктазалармен диоксидиннің NO тобын қалпына келтіру кезінде гидроксил радикалының пайда болуының ықтимал механизмдері талқыланады [217-219].

Эксперименттік зерттеулер нәтижесінде алынған мәліметтер индикатордың орташа мәнін және оның қателігін есептей отырып, стандартты статистикалық өңдеуден өтті. Орташа айырмашылықтардың маңыздылығы t-критерийі арқылы бағаланды. P < 0.05 қатесінің ықтималдығы алынған мәліметтер айырмашылықтарының статистикалық маңыздылығы туралы қорытынды жасау үшін жеткілікті деп саналды.



Сурет 18 - Диоксидиннің әртүрлі концентрациясындағы pColD және pSoxS-lux биосенсорларының люминесценциясы

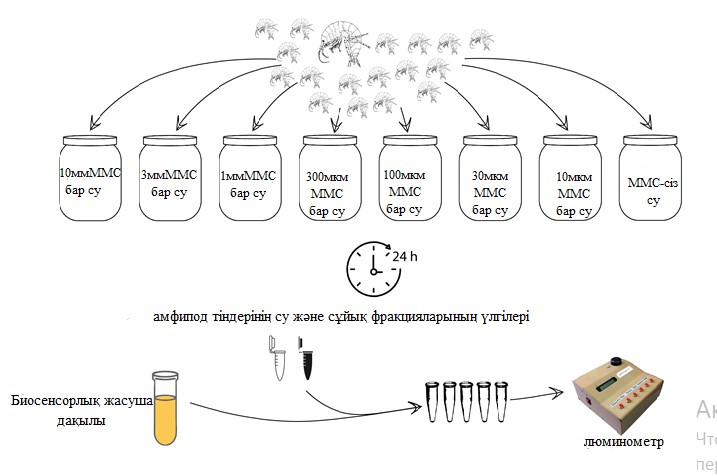
Біздің тәжірибелерімізде диоксидин pSoxS-lux биосенсорындағы ең тиімді люминесценция индукциясына тән концентрацияда pColD-lux биосенсорында SOS реакциясын ең қарқынды түрде тудырды. Алайда, диоксидин концентрациясының жоғарылауымен (0.001 моль/л-ден астам) бактериялық жасушалардың өмір сүруінің төмендеуі байқалады және бұл электрофоретикалық талдау көрсеткендей,бактериялардың ДНҚ деградациясымен бірге жүреді.pColD-lux биосенсорының люминесценциясының қарқындылығы бактерия жасушаларында супероксидпен басталған бос радикалдардың әсерінен ДНҚ зақымдану деңгейін көрсетеді. pColD-lux люминесценциясының қарқындылығының сандық көрсеткіштерін 1000 КҚБ -ға, яғни 1000 өміршең бактерияға негізделсе, онда жауап деңгейі, өміршең бактериялардағы ДНҚ-ның SOS жөндеу деңгейін сипаттайтын диоксидин концентрациясының жоғарылауынан төмендемейді, жоғарылайды. Бұл бактериялардың ДНҚ тұтастығын электрофоретикалық талдау нәтижелері көрсеткендей, ДНҚ зақымдану дәрежесінің жоғарылауын көрсетеді. Электрофореграммалардан ДНҚ-ның деградациясы диоксидин концентрациясының жоғарылауымен жоғарылайтынын және диоксидин мен антиоксиданттар-глутатион мен ацетилцистеинді бірге қолданғанда төмендейтінін көруге болады. Біздің тәжірибелеріміздің соңғысы бактерия жасушаларында SOS реакциясының диоксидин индукциясының деңгейін және супероксид радикалын инактивациялайтын супероксид дисмутаза экспрессиясын төмендетті [220]. Люминесценцияланатын бактериялық биосенсорлардың көмегімен ДНҚ-ның зақымдалуын және оның алкилденуін индукциялау үшін ЭХГ және ММСсалыстырмалы зерттеу нәтижелерінде pColD-lux lux -биосенсорларымен тәжірибелерде (26-сурет), MMС және ЭХГ бактериялардың люминесценциясын тудырды. Бұл осы заттардың әсерінен жасушаларда генетикалық материалдың зақымдануынан туындаған SOS реакциясы басталғанын көрсетеді. Екі заттың концентрациясы 0.1 М болғанда, ЭХГ тудырған люминесценция қарқындылығы 1500 шартты бірлікті құрады, ал ММС тудырған люминесценция қарқындылығы 15000 шартты бірлік шамада яғни 10 есе жоғары болды [221].

*Глифосат пен оның өнімдерінің генотоксикалық әсерін анықтау және ультракүлгін сәулемен өңдеу*. Cold-lux биосенсорларының LUX эксперименттерінің нәтижелері бойынша глифосат бастапқы күйінде концентрацияның жоғарылауымен биосенсордың люминесценциясын төмендетті. Өңделген глифосат (ультрафиолет + озон), керісінше, концентрацияның жоғарылауымен биосенсордың люминесценциясын арттырды. Бұл факт глифосатты ультракүлгін сәулелену және озондау арқылы өңдеу нәтижесінде оның конверсиясының кейбір өнімдері генотоксикалық қасиеттерге ие және ДНҚ-ға зақым келтіруі мүмкін екенін көрсетеді. Өңделмеген глифосат, керісінше, генотоксикалық қасиеттерді көрсетпеді, ал оның цитоуыттылығы концентрацияның жоғарылауымен өсті.

Бұл жұмыста қолданылатын стандартты оң бақылау (диоксидин, 0,001 М) люминесценттік реакцияны 58 еседен астамға арттырды, бұл биосенсордың қосындылар мен аддуктар тудыратын қосылыстарға жақсы реакциясын көрсетеді.ДНҚ-ның көлденең байланыстары, бұл өз кезегінде фреймді ауыстыру мутацияларына әкелуі мүмкін. Осылайша, бастапқы глифосат өңделмеген түрде жоғары цитотоксикалықты көрсетті, бұл оның концентрациясының жоғарылауымен биосенсорлардың люминесцентті реакциясының төмендеуінде көрінді. Алайда өңделмеген бастапқы глифосаттың генотоксикалық әсері табылған жоқ. Сонымен қатар, өңделген глифосат (УК + озон) өңдеу өнімдерінің арасында бактериялық жасушаларда ДНҚ-ға зақым келтіруге қабілетті генотоксикалық қосылыстарға ие. Бұл глифосаттың уыттылығын төмендету үшін озондау мен ультракүлгін сәулеленуді қолдану кезінде пайда болатын глифосаттың генотоксикалық туындыларын ескеру қажет екенін көрсетеді [95,с. 212].

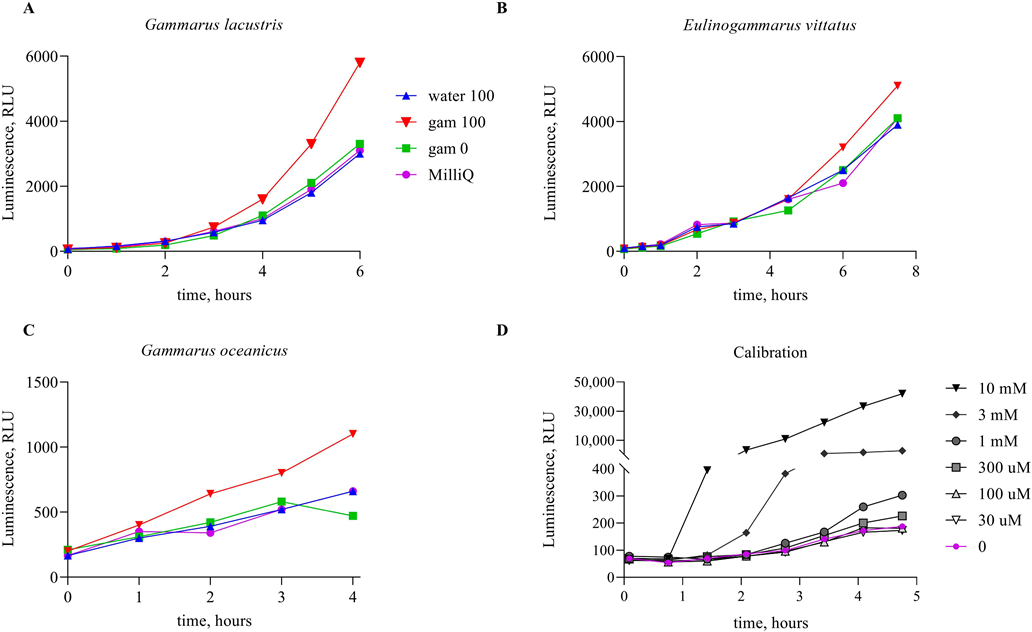
Келесі жұмыста біз *амфиподтардың* ДНҚ алкилдеуші метилметансульфонатын (ММС) биоконцентрациялау қабілетін тексеру үшін ДНҚ-азотты негіздерінің алкилденуіне тән Lux-биосенсорлы *Escherichia coli* pAlkA-lux қолдандық Трофикалық тізбектерге жататын су мезофаунасы өкілдерінің токсиканттарды сіңіру және жинақтау қабілеті су экожүйелерінің қызметін түсіну үшін және балық шаруашылығы үшін маңызды. Бұл зерттеу теңіз амфиподының *Gammarus oceanicus* және тұщы су амфиподының *Eulimnogammarus vittatus* және *Gammarus lacustris* ДНҚ алкилдеуші метилметансульфонатын (ММС) абсорбциялау қабілетін зерттеді. Қоршаған ортада және амфипод тіндерінде алкилдеу агенттерінің болуы жасуша дақылының люминесценциясын қамтамасыз ететін *Photorhabdus luminescens* - тен алынған *luxCDABE* гендері Днқ гликозилазасының PalkA промоторымен басқарылатын MG1655 *pAlkA-lux* ішек таяқшасының тұтас жасушалық биосенсоры арқылы анықталды. Құрамында 10 мкм-ден жоғары концентрациядағы ММС бар суда инкубациядан кейін бір күн ішінде амфиподтар токсикантты абсорбциялайтыны және олардың тіндері қоршаған суға қарағанда биосенсорлық жасушаларға алкилдену арқылы көбірек зақым келтіретіні көрсетілді. Қоршаған ортадағы 1 мм-ден жоғары ММС концентрациясы токсикант олардың тіндерінде айтарлықтай шоғырланғанға дейін амфиподтардың тіршілік қабілетін жоюына себеп болды. ММС сезімталдығы мен абсорбциялау қабілеті теңіз амфиподтары *G.oceanicus* және тұщы су амфиподтары *E. vittatus* және *G. lacustris* үшін шамамен бірдей екені анықталды.

Теңіз амфиподтарының ММС жинақтау қабілетін зерттеу үшін табиғи жағдайда жиналған *G. oceanicus, E. vittatus және G. lacustris* қолданылды. Жиналған организмдер топтарға бөлініп, 1 мкм-ден 10 мм-ге дейінгі концентрацияда немесе ешқандай қоспасыз (бақылау тобы) ММС бар суда 24 сағат бойы инкубацияланды.1 мкм-ден 10 мм-ге дейінгі концентрациядағы ММС немесе ешқандай қоспасыз (бақылау тобы). Жиналған организмдер үш топқа бөлінді және 1 мкм-ден 10 мм-ге дейінгі концентрациядағы немесе ешқандай қоспасыз (бақылау тобы) құрамында MMC бар суда 24 сағат бойы инкубацияланды. Эксперимент схемасы 19-суретте келтірілген. 1-ден 10 мм-ге дейінгі судағы ММС концентрациясы бірнеше сағат ішінде амфиподтар үшін өлімге әкелетіні белгілі болды. 24 сағаттық инкубациядан кейін амфиподтар бөлініп, тұщы сумен шайылып, гомогенизацияланды. Гомогенизацияланған тіндердің сұйық фракциясы *E. coli* MG1655 pАlka-lux бактериялық биосенсорлық жасушалары арқылы алкилдеуші агенттердің қосылысын анықтау үшін пайдаланылды. 19-суретте 100 мкм MMC қатысуымен инкубацияланған гомогенизацияланған амфиподтардан сұйық фракция қосылған кезде жасушалардағы люминесценцияны белсендіру кинетикасы көрсетілген. Сондай-ақ, графиктер келесі үлгілерді қосқанда биосенсорлық сигналдарды көрсетеді: амфиподтардың бақылау тобы инкубацияланған MMC жоқ су; бақылау тобынан гомогенизацияланған амфиподтардан алынған сұйық фракциялар; және 24 сағаттық амфипод инкубациясынан кейін таңдалған 100 мкм MMС бар су.



Сурет 19 - Эксперимент схемасы

Амфипод топтарға бөлінеді және әртүрлі ММС концентрациясы бар немесе онсыз суда инкубацияланады. 24 сағаттан кейін бүкіл жасушалық LUX биосенсорларының көмегімен инкубация процесінде амфипод тіндерінің және колба/банка суының алкилдеу қабілеті сыналды.



"Су 100" қисығы-онда амфиподтар инкубацияланғаннан кейін алынған MMС(100 мкм) қосылған су. "gam100" - MMS (100 мкм) қосылған суда инкубациядан кейінгі амфиподтар;" gam 0 "— құрамында MMС жоқ суда инкубациядан кейінгі амфиподтар," K - " - амфипод инкубациясынан кейін алынған MMС жоқ су (теріс бақылау). Сынақ объектілері ретінде келесі амфиподылар пайдаланылды: (A) - G. lacustris, (B) - E. vittatus, (C) - G. oceanicus, s. (D) — Әртүрлі концентрацияларда MMC қосылған суды қосқанда (1/10V) E. coli MG1655 pAlkA-lux биосенсорының люминесценттік сигналы (калибрлеу үлгілері)

Сурет 20 - (A–C) — E. coli MG1655 pAlkA-люкс биосенсорының (1/10V) суды және осы суда инкубацияланған гомогенизацияланған амфиподтардың сұйық фракциясын қосқандағы люминесценттік сигналы

20-суреттен көріп отырғанымыздай, биосенсордың биолюминесценция индукциясы MMC қосылған суда инкубацияланған амфиподтардан үлгілер қосылған кезде пайда болады. Керісінше, қоршаған орта суының үлгісі биолюминесценцияны тудырмайды, сондай-ақ MMC жоқ суда сақталған амфиподылардың үлгісі де. 20-суретте келтірілген деректер экспедициялар негізінде алынды, сондықтан әр жағдайда бірдей инкубациялық температураны сақтау мүмкін болмады. Бұл индукциялық зерттеудің белсендіру уақыты мен сипатына әсер етті, сондықтан олар әр эксперимент үшін аздап ерекшеленеді.

MMС бар суда немесе амфиподтар инкубацияланған суда инкубацияланған гомогенизацияланған амфиподтардың сұйық фракциясын қосқаннан кейін 5 сағаттық инкубациядан кейін *E. coli* MG1655 pAlkA-lux индукция коэффициентін салыстыру. X осіндегі мәндер эксперименттің басындағы судағы MMС концентрациясына сәйкес келеді. Үш гаммарид түріне арналған үштік эксперименттердің барлық мәндері біріктірілген. Нүктелі сызық индукция коэффициенті үшін 1 мәнін көрсетеді (биосенсордың индукциясының жоқтығын көрсететін мән).

Су биосенсорлық жасушаларды индукцияламайды, ал гаммарид ұлпалары бактериялық жасушаларға алкилдеу арқылы айтарлықтай зақым келтіреді. 0,1 мм-ден жоғары концентрацияда су сынамасының индукциялық коэффициенті жоғарылады, бұл биосенсордың калибрлеуіне сәйкес келеді (20d-сурет). Сонымен қатар, судағы ММС амфиподтардың өлімін тудырған кезде, биосенсорлық жасушалардың гаммаридті ұлпалармен индукциясы судан келетін сигналдан аспайды. Бұл зерттелетін организмдердің өлімімен және олардың кез келген токсиканттарды абсорбциялай алмауымен байланысты болуы мүмкін. Бірнеше мм-ден жоғары концентрациядағы MMC бактерияларға жалпы уытты әсер етеді және люминесценцияның төмендеуіне әкелуі мүмкін. Біз бұл әсерді конституциялық промотордың астында орналасқан lux гендері бар *E. coli* MG1655 pDlac биосенсорлық жасушаларына бақыладық. Бактериялық люминесценция деңгейін төмендететін концентрациялар 1 мм-ден жоғары екендігі көрсетілді, бұл қосылған су үлгісіндегі (1/10 V) 10 мм ММC-ге сәйкес келеді. Бұл осы зерттеуде талданған зондтардың көпшілігі бактерия жасушаларының өмірлік маңызды функцияларына әсер етпегенін білдіреді.

Бұл жұмыста келтірілген мәліметтер ДНҚ алкилденетін заттары бар суда өмір сүретін амфиподтар өз денелерінде осындай заттарды сіңіре алады деп айтуға мүмкіндік береді. АҚШ Денсаулық сақтау және халыққа қызмет көрсету департаментінің есебіне сәйкес, MMS ылғалды ортада гидролизденуі керек және ол су организмдерінде биоконцентрацияланбайды деп күтілуде. Біздің нәтижелер басқаша көрсетеді. Біз амфиподтардың MМС метоболиз қабілетін зерттеген жоқпыз, бірақ біздің деректеріміз, ең болмағанда, эксперимент кезінде MMС ыдырауы байқалмағанын немесе өнімдер алкилдеу қабілетін сақтағанын көрсетеді. Алкилдеу агенттерінің жинақталу қабілеті олар инкубацияланған MMС бар ортамен салыстырғанда *G. oceanicus, E. vittatus* және *G. lacustris* тіндік үлгілерінің алкилдеу белсенділігінің жоғарылауымен расталады. Алайда, біздің деректерімізге сүйене отырып, біз гаммарид тіндерінде MMС-тің жинақталуы туралы айта алмаймыз, өйткені стресске тән биосенсорлар нақты химиялық заттарды емес, тек биологиялық әсерлерді анықтауға мүмкіндік береді. Сүт безі тіндерінде алкилдеу потенциалы бар және ДНҚ-ны зақымдауы мүмкін кейбір қосылыстардың пайда болуы туралы тек сенімді түрде айта аламыз. ММС концентрациясы қоршаған ортаның өзінде бактериялық биосенсорлармен анықталмайды. Кейбір тұрмыстық қалдықтардан. Түзілетін мутагендік қосылыстардың таралуына, химиялық өнімдердің жеткіліксіз тазартылуына және адам қызметінің басқа да аспектілеріне байланысты қоршаған ортадағы алкилирлеуші ​​заттардың құрамын бағалау міндеті өте өзекті болып табылады. Кейбір зерттеулер жуғыш заттар мен тазартқыштардың қоршаған ортаға, жануарларға және адамдарға, соның ішінде денсаулыққа қатысты уытты әсерін сипаттады. Кейбір жуғыш заттардың мутагендік қасиеті бар екені анықталды. Сонымен қатар, алкилирлеуші ​​ластаушы заттардың басқа да көптеген ықтимал көздері бар, соның ішінде зымыран отынының ластануы және нитраттардың ластануы сияқты айқын емес. Зымыран отынының құрамына кіретін асимметриялық диметилгидразин (UDMH) қосылысы өте улы қасиеттерге ие. UDMH ағып кетуі адам денсаулығы мен қоршаған ортаға ұзақ мерзімді әсер ететінін дәлелдейтін бірнеше жұмыс бар және UDMH негізгі уытты әсері ДНҚ алкилденуі және ДНҚ-ны зақымдайтын оттегінің белсенді түрлерінің пайда болуы деп саналады. Нитраттардың ластануының қоршаған ортаға және организмдерге әсері кеңінен белгілі. Нитраттардың уыттылық механизмдерін зерттеу жалғасуда, құс көңінен нитрат көздерінің алкилдеу потенциалы туралы мәліметтер бар. Біздің жұмысымыздың нәтижелері трофикалық тізбектерге қатысатын су мезофаунасы өкілдерінің токсиканттарды сұрыптау және жинақтау қабілетіне байланысты тәуекелдерді бағалауға қатысты болады. Мұндай зерттеулер су экожүйелерінің жұмысын жүзеге асыру және балық шаруашылығы өнімдерінің қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін маңызды.

Біз алкилдеуші қосылыстарды су организмдері қоршаған ортадан сіңіре алатынын көрсеттік. Біз сипаттайтын технология организмдердегі алкилдеуші қосылыстардың өлімге әкелетін концентрациясын анықтау әдісін құрауы мүмкін. Бұл ерте кезеңде генотоксикалық қосылыстардан қоршаған ортаның елеулі ластануын болдырмауға мүмкіндік береді [97,р. 427].

Жоғарыдағы жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижесінде Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің 6В05101, 6В01509 – Биология БББ бойынша студенттерге «Генетика және селекция негіздері» пәнінің мазмұныны толықтырылып (қосымша В), *«Генетика есептері шешуімен» (ағылшын тілінде)* атты оқу құралы жарияланып, оқу үрдісіне енгізілді (қосымша Б). *«Микроорганизмдер генетикасы*» атты электрондық оқу құралы жарияланып, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақтан Университеті 6В01509-Биология» мамандығының 3 курс студенттеріне «Генетика» пәніне енгізілді және әдістемелік құрал ретінде қолданылды (қосымша Ә). *«Генетика жалпы білім алушыларға арналған элективтік курсы»* атты оқу бағдарламасы Физика-математика бағытындағы Назарбаев Зияткерлік мектебі «Биология» бірлестігінің 9-сынып оқушыларына «Биология» пәніне енгізіліп, әдістемелік құрал ретінде қолданды (қосымша А).

Аталған пәндер мазмұнында студенттердің зерттеу дағдыларын қалыптастырудың әдістемелік мүмкіндіктері туралы келесі бөлімде тоқталамыз.

**2.2 Білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда модельдеу және *TPACK* негізіндегі *STEM* әдістерімен генетиканы оқыту**

Нәтижелі оқытуда білім беру проблемалары неғұрлым айқын болса, оларды шешу мүмкіндіктері соғұрлым нақты болады. Білім беру мекемелері білім беру жүйесіне проблемалық-бағдарланған талдау жүргізіп, білім беруде сапаны арттыратын педагогикалық инновацияларды енгізіп, болашақта жеке тұлғаның өзін-өзі тәрбиелеу және жағымды іс-әрекет дағдыларын қалыптастыра білуі керек [222]. Студенттердің цифрлық құзыреттілігін арттыру техникалық ресурстар мен білікті оқытушыларды қажет етеді [223].

Генетиканы оқытуда зертханалық жұмыстардың маңызы өте зор. Жалпы зертханалық оқыту. Зертханалық сабақтар студенттерге пәндік оқытуды дамытуға, сонымен қатар зерттеу дағдыларын, ғылыми дағдыларды және жалпы практикалық дағдыларды дамытуға ықпал ету үшін ұсынылған. Қазіргі таңда генетиканың ғылыми зертханаларында жаңа әдістер мен модельдік объектілер әзірленіп, қолданылуда. Зертханалық сабақтар студенттер үшін екі жақты маңыздылығы анықталды. Біріншіден студенттерге ғылыми жұмыс процесінде білімнің қалай құрылатындығы туралы түсінік қалыптастырса, ал екінші жағынан, олардың түсінігі қалай дамитынына және оқытушылармен кері байланыс процесіне педагогикалық көзқарас береді [224]. 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.

Генетикадан білім алушылардың зерттеу дағдыларын *Escherichia coli* бактерияларының жасушаларында 8-метоксипсораленнің геноуыттылығын анықтау мысалында қалыптастыруда бірқатар зертханалық сабақтар жүргізілді. Зертханалық жұмыс интербелсенді педагогикалық оқыту әдісіне сүйене отырып орындалды және сабақ жоспары құрылды.

***1-Нұсқа***

**Сабақтың тақырыбы:** Генотоксикалық зерттеулерді қолдану негізінде генетиканы оқыту әдісі.

**Сабақтың мақсаты:** Зерттеу жұмысының мақсаты білім алушыларға қоғамның маңызды мәселелерін байланыстыру арқылы генетикалық білімдерін дамыту.

Зертханалық сабақтар студенттерге тек теориялық білім берудің орнына құзыреттілік пен зерттеу дағдылардыларын 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 сабағы Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің, биология мамандығының 3 курс студенттеріне жүргізілді.

**Жұмыстың мақсаты:** Биолог студенттерді Эймс тестімен таныстыра отырып зерттеу дағдыларын қалыптастыру.

**Қолданылған зерттеу әдістеріне сипаттама:** Зерттеу жұмысының мақсаты ретінде, генотоксикалықты анықтауға арналған тест жүйесінің бірі - Эймс тестін жасай отырып, генетиканы оқытудың ерекшеліктеріне назар аударылды. 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. Білім алушылардың 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 шыңдау үшін интербелсенді әдістер қолданылды. *Кумулятивті миға шабуыл* әдісін пайдалана отырып білім алушыларға проблемалық сұрақтарды екі үлкен постерге жазып аудиторияның екі қабырғасына жабыстырылады (сурет 21). 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. Бұл ынтымақтастыққа жетелейтін әдіс білім алушылардың бір-бірлерінің идеяларын толықтыруға немесе сынауға ынталандыру арқылы білімдерін тереңдетуге көмектеседі .

|  |  |
| --- | --- |
| *●*  *●*  *●*  *●*  *●* | 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? |

Сурет 21 - Постердегі сұрақтар

Сабақ соңында 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?», Әліде қандай мәселелер түсініксіз?», «Сабақты бір оймен қорытындыла»,* дегенсұрақтарға жауап беруге бір минут уақыт беріледі. Бұл әдістің ерекшелігі білім алушыларға бір тұжырым немесе бір сұрақ арқылы білімін тереңдетугемүмкіндік береді**.** Генетикадан білім беруде Эймс сынағы арқылы генотоксика механизмдерінің жалпы адамзатқа тигізетін ықпалын оның алдын алу мүмкіндігін анықтап, зерттеу дағдыларын қалыптыстыру мақсатында жоғарыда келтірілген педагогикалық әдістер қолданылды.

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. Нәтижесін де білім алушылардың пәнге қызығушылығы артып, оқу іс әрекетін де белсенділік танытты [82,б. 362].

Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда интербелсенді әдістердің бірі модельдеуболыптабылады. Студенттер күрделі модельдеу тапсырмаларын орындау арқылы өз бетінше жұмыс істеуді үйренуі қажет. Өйткені модельдеуді тек модельдеу арқылы үйренуге болады. Бургесс модельдеу туралы: «Тәсілдің негізгі философиясы ... жоғары білімге арналған модельдеу шеберханасы, модельдеуде шебер болу үшін сіз оны өзіңіз сезінуіңіз керек — мұны басқа біреудің жасағанын көру немесе басқа біреудің жасағанын қайталау пайдасыз, сіз оны өзіңіз сезінуіңіз керек. Мен мұны жүзумен салыстырар едім. Сіз басқалардың жүзіп жатқанын көре аласыз, жаттығулар жасай аласыз, бірақ жүзу үшін сіз суда болуыңыз керек және оны өзіңіз жасауыңыз керек» - деп керемет пікір білдірген [225].

***2-Нұсқа***

**Сабақтың тақырыбы:** Молекулалық-генетикалық процесстерді модельді оқытуда студенттердің зерттеу дағдыларын қалыптастыру.

**Сабақтың мақсаты*:*** студенттердің зерттеу дағдыларын қалыптастыру үшін генетикалық процестерді модельдеу әдісі арқылы жүзеге асыру.

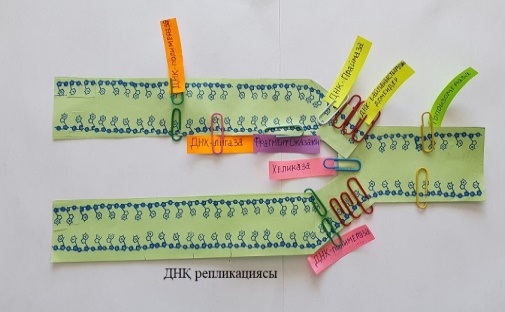
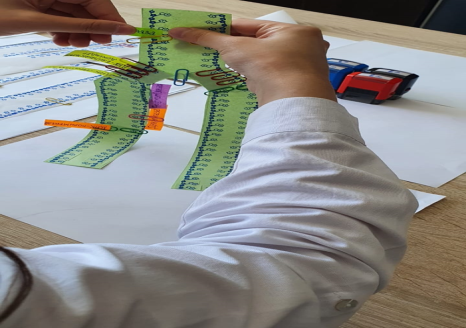
**Кіріспе сабақ:** ДНҚ штамптарының жиынтығы арқылы жасалған модель білім беру процессінде қолданылады (қосымша Ғ). Зерттеу сабағы Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінде өтті.

**Зерттеу материалдары мен əдістері**. Мутация мен ДНҚ репликациясын, CRISPR және де ДНҚ мен байланысты жүретін тағы басқа процесстерді модельдеу үшін штамптар мен арнайы қағаз орамдары, қағазға басып шығарылған генетикалық код, түрлі түсті маркерлер пайдаланылды. ДНҚ мөрлерінің жиынтығы бес нуклеотидті штамптан және қағазға басып шығарылған генетикалық кодттан тұрды (сурет 22). Студенттер белгілі бір молекулалық-генетикалық процестерді модельдеу үшін ферменттің рөлін сипаттайды. ДНҚ штамптарының жиынтығын мутация процессін, ДНҚ немесе РНҚ-ны қамтитын кез-келген процесті модельдеу үшін қолдануға болады. Оқытушы, әдетте студенттерге материалдармен танысуға, ДНҚ-ның қысқа бөлігін нуклеотидтердің тиісті бағдарымен (5ʹ және 3ʹ ұштары) және негіздердің жұптасуымен штамптауға көмектесуден бастайды.

****

Сурет 22 -ДНҚ штамптарының жиынтығы (A, T, C, G ,U)

**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 процессі басталған да, тізбектер тарқатылып *репликациялық аша* деп аталатын күрделі құрылым түзеді. 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 процессін 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 (сурет 23).

**** **

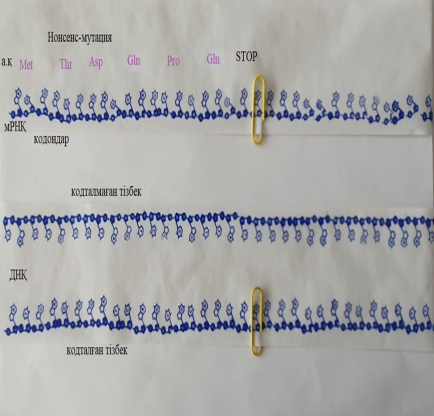
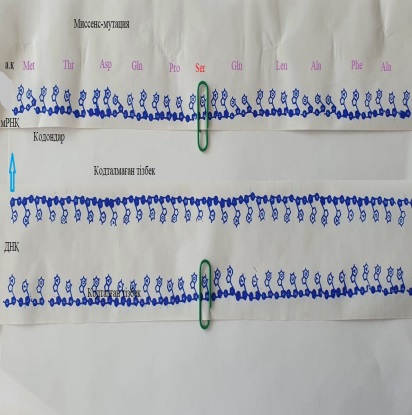
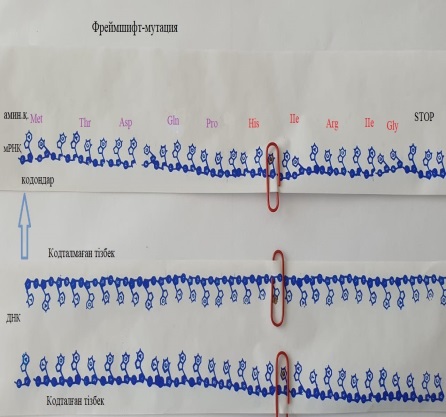
Сурет 23 **-** Репликациялық ашаның ДНҚ штамптарының көмегімен студенттер құрастырған моделі

**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. 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 Гуго 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.

*Нонсенсс- мутация.* Нәтижесінде қысқа, аяқталмаған ақуыз өнімі пайда болатын ДНҚ тізбегіндегі нүктелік мутация. 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.

*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.

*Фреймшифт-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 (сурет 24).

**  **

с

б

a

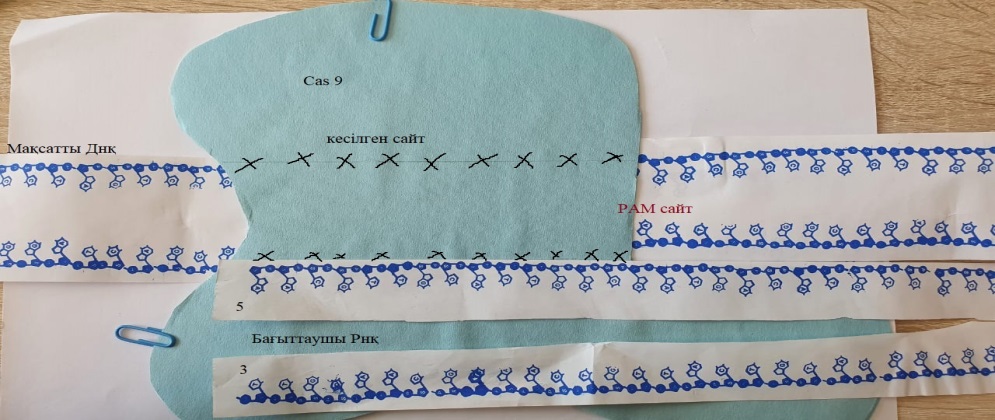
Сурет 24 **-** Нонсенсс мутация моделі (а), Миссенс мутация моделі (б), Фреймшифт мутация моделі (с)

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

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

с) *Фреймшифт мутация моделі.* Қағаз орамға нуклеотидті штамптармен басып шығарылғанДНҚ 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.

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. 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. 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 (сурет 25). Бұл әдіс болашақта тұқым қуалайтын ауруларды емдеу үшін қолданылатын болады.

****

Сурет 25 **-** 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 нәтижелеріне есеп беру.*** Нәтижелер бойынша ДНҚ-штамтары жиынтығын қолдану студеттерді белсендіріп, ынтасын 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 процесстерді модельдеу үшін студенттердің теориялық білімін шыңдап, оқулықтағы тиісті тармақтарды оқып, және де барлық процесті егжей-тегжей көрсететін қысқа бейне моделін жасау үшін штамптарды қолдану ұсынылды. 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 оқытушы көмекші рөл атқарды, аудиторияны бақылап, сұрақтар қойып кері байланыс жасады.

Модельдеу әдісі студенттер тарапынан көптеген сұрақтар туғыза отырып түсініксіз болып келген прцесстерді, тікелей модельге айналдырды. Әр процессті модельдеуде де студенттер білімдерін шыңдап, дүниетанымдары кеңіп, шығармашылық қабілеттері арта түсті. Сонымен қатар, модельдеу әртүрлі қате түсініктерді ашты. 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 (кесте 8).

Кесте 8 - Студенттердің модельдеу сабағы бойынша алынған сауалнама нәтижелері

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Келесі мәлімдемелердің қайсысына келісесіз | Мүлде келіспеймін % | Келіспеймін  % | Толық келісемін % | Келісемін  % |
| Модельдеу сабағы ерекше қызықты | 0 | 1 | 90 | 9 |
| Модельдеу әдісімен сабақты көбірек өткенін қалаймын | 1 | 1 | 91 | 7 |
| Модельдеуде білмегенімді білемін | 0 | 1 | 95 | 4 |
| Модельдеу процесстерін жасауда достарымызбен басқада тақырыптарды талқылаймыз | 0 | 2 | 90 | 8 |
| Модельді оқыту пайдалы екеніне күмәнім бар | 63 | 37 | 0 | 0 |
| Модельді оқытуда сабаққа алдын ала дайындалудың қажеттілігі жоқ. | 56 | 40 | 1 | 3 |
| Модельдеу арқылы берілген ақпаратты жақсы түсінемін және есте сақтаймын. | 0 | 0 | 100 | 0 |
| Модельді оқыту бос уақыттың шығыны | 72 | 27 | 0 | 1 |

Сауалнама қорытындысы 8-кестеде сипатталғандай сабақ барысындағы зерттеу іс-əрекеттерінің тиімділігі бойынша: Модельдеу арқылы берілген ақпаратты жақсы түсінемін және есте сақтаймын 100 % студент келісетінін белгілеген; Модельдеуде білмегенімді білемін 95 %; Модельдеу процесстерін жасауда топ студерімен басқада тақырыптарды талқылаймыз 90%; Модельдеу әдісімен сабақты көбірек өткенін қалаймын 91 %; Модельдеу сабағы ерекше қызықты 90 % келісетіндерін белгілеген. Модельдеу әдісі студенттердің қызығушылығын арттырады деп тұжырым жасауға болады. Сауалнама қорытындысы нәтижесі бойынша алынған студенттердің пікірі де тұжырымды растады. Оқу процессіндегі 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 нəтижесінде біз ДНҚ-да жүретін процесстердің 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 процесстерді 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 штамтарын 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.

ДНҚ штамптары 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 [226].

**2.3 Білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда модельдеу және *TPACK* негізіндегі *STEM* әдістерімен генетиканы оқыту** STEM білімі әлемдік деңгейде әлеуеті жоғары болғандықтан, мұғалімдердің кәсіби дамуы үшін STEM *(science, technology, engineering, mathematics)* білімін TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) технологиялық педагогикалық мазмұн туралы білім жүйесімен біріктіру қажеттілігі де туындайды. TPACK платформасын енгізу мазмұн, оқыту әдістері және технологияны барабар пайдалану туралы білімді бір уақытта біріктіру арқылы тиімді оқытуды қамтамасыз етеді [227]. Технологияның дамуы көптеген педагогикалық өзгерістерге мүмкіндік берді. Бүгінгі мұғалімдер заманауи технологияларды қолдана отырып, оқытуда, сабақ жоспарларын жасау үшін өздерінің педагогикалық мазмұнды (PCK-pedagogical content knowledge) технологиялық білімдерімен шығармашылықпен үйлестіруі керек, осылайша TPACK термині яғни технологиялық педагогикалық мазмұн туралы білім жүйесін қалыптастырады [228].

TPACK бұл 21 ғасырдағы мұғалімдердің сараптамалық білімінің жаңа моделі ретінде қарастырылған. Егер технологиялар заманауи педагогикаға біріктірілсе, олардың STEM білім берудегі маңызы одан да жоғары болады. Мысалы, биолог биоинформатиканы меңгеруі керек, ал инженерлер компьютерлік дизайнды үйренуі керек. TPACK шеңберінде бұл технологияларды технологиялық мазмұн туралы білім (TCK) ретінде қарастыруға болады. TPACK және STEM технологиясы білім берудің ажырамас бөлігі болып табылады. Қазіргі уақытта мұғалімдерге STEM сабақтарын әзірлеу үшін TPACK-ті белсендіруді және кеңейтуді талап етеді. Сонымен қатар, TPACK және STEM екеуі де 21 ғасыр дағдыларын дамытуға бағытталған [229]. TPACK-те айтылған технология тек цифрлық технологиямен шектелмей, педагогикаға сәйкес келетін технологияларды таңдауға баса назар аударады. Осылайша, мұғалімдер өз мектептеріндегі технологиялардың қажеттіліктері мен қол жетімділігіне қарай қолданылатын технологияларды реттей алады [230].

TPACK негізіндегі STEM білім беру әдістерімен оқыту Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті 6В01509-Биология мамандығы 3 курс студенттеріне «Генетика және селекция негіздері» пәнінің силлабусында берілген «Өзгергіштік және мутация» бөлімі бойынша ұйымдастырылды және *«Генетика есептері шешуімен» (ағылшын тілінде)* атты оқу құралы шығарылып, оқу үрдісіне енгізілді. Сабақта TPACK негізіндегі STEM Game‑Based learning(GBL), Problem-based learning әдісі(PBL), Креативті матрица әдістеріне негізделген оқыту талқыланады.

***4-Нұсқа***

**Сабақтың мақсаты:** TPACK негізіндегі STEM Game‑Based learning(GBL), Problem-based learning әдісі (PBL), Креативті матрица әдістері көмегімен студенттердің зерттеу дағдыларын қалыптастыру.

**Сабақ барысы:** *STEM интеграцияланған* оқыту оқытушыдан – тек білімді беру емес, білімді құруға мүмкіндіктер мен міндеттер жасауды талап етеді. Бұл зерттеуде *STEM интеграциясына* негізделген оқыту тәсілі көмегімен студенттер бірінші теориялық генетикадан білімдерін дамытуда, цифрлы ақпараттық технология көмегімен генетикалық білім беру ресурстары, биологиялық мәліметтер базасымен танысады және *«Game‑Based learning(GBL)»* әдісін қолданады. GBL әдісі дәстүрлі оқыту әдістерін толықтырып студенттерге цифрлық сауаттылық, креативті ойлау және білім алу сияқты "XXI ғасыр дағдыларын" қалыптастырып, оқу мүмкіндіктерін кеңейтуге тиімді ықпал етеді. Цифрлық ойындардың ерекшелігі студенттерге генетиканың ғылыми тұжырымдамаларын оқытуда, оларды жақсырақ бейнелеуге және түсінуге, тәжірибе жасауға мүмкіндік береді. Цифрлық ойындар оқыту мен оқу іс-әрекеттері үшін, әсіресе ғылымда маңызды балама құралдар болып табылатын мотивациялық бағыт.

*Problem-based learning әдісі (PBL)* бұл оқытудың маңызды инновациялық әдісі, бұл бөлімде студенттер алған теориялық білімдерін генетикалық есептерді шешу арқылы дамытады.

*Креативті матрица* шабыттандырудың ерекше және тиімді әдістерінің бірі. Бұл студенттерді проблеманы шешуде креативті ойлауға ынталандырып, сұрақтарға жаңа қырынан қарауға мүмкіндік береді.

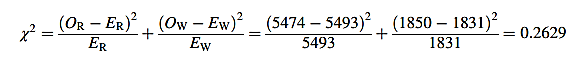
*Game‑Based learning (GBL)* – ойынға негізделген оқыту әдісі ойын элементтерін оқу әрекеттерінде белсенділік пен мотивацияны арттыру мақсатында біріктіру. Бұл ұғым жоғары оқу орындарында студенттерді оқу процесіне ынталандыру тәсілі ретінде танымал бола бастады. *GBI*-дің негізгі мақсаты студенттердің оқу процесінен шабыттануы және танымдық қабілетінің қалыптасуы. Студенттер сабақта *GBL* әдісіне негізделген *«Geniventure»* деп аталатын цифрлық ойын әдісін қолданады. Ойынның дизайны генетиканың тұжырымдамаларына негізделген. Бұл цифрлық ойын айдаһардың виртуальді моделін жасау арқылы доминантты және рецессивті белгілерді, тұқымқуалаушылық процесстерін зерттейді. Ойын 6 деңгейдегі басқатырғыштарға ұқсас 60 күрделі тапсырмадан тұрады. Әр деңгейде бірнеше шарттар болады. Ойында қарастырылатын генетика ұғымдары әртүрлі тапсырмалар түрінде ұсынылады. Ойын еркін түрде өтеді, студенттердің кез-келген уақытта ойынды тоқтататуға және әр түрлі деңгейдегі тапсырмаларды орындауға мүмкіндіктері болады. Бірінші кезеңде студенттерге айдаһардың генотипін негізгі фенотипке сәйкес өзгерту сұралады (26-сурет, 1-деңгей). Бұл проблеманы шешуде студенттер бірнеше генетикалық ұғымдарды түсініп, анықтай білуі керек. Тапсырманы орындап болса тексеру батырмасын басады. Егер олар жасаған айдаһар негізгі айдаһарға сәйкес келсе тапсырма сәтті орындалғанын білдіреді. Ал тапсырма дұрыс орындалмаса сигналмен бірге біртіндеп бағытталған үш деңгей ұсынады яғни тапсырманы қайта дұрыс орындап жалғастыруға мүмкіндік береді. Ойынның келесі деңгейлерінде кері байланыс ұсыну моделі қолданылады(26-сурет, 2деңгей). 3-деңгейде кері процедураны орындау сондай-ақ тапсырмалар күрделене түседі (26-сурет, 3деңгей).Ойынның екінші жартысында тұқымқуалаушылықтың күрделі ұғымдарын енгізеді. Студенттер күрделі тапсырмаларды орындау арқылы негізгі ұрпақты таңдау мақсатында айдаһардың толық графикалық моделін құрастырады (26-сурет, 4-деңгей). Студенттер осы деңгейден өткен сайын тапсырмалар күрделене түседі крисс-кросс әдісі, бір организмнің генотипін толық рецессивті организммен шағылыстыру арқылы анықтаудың генетикалық әдісі ұсынылады (26-сурет, 5-деңгей). Соңғы деңгейде Х-байланысты және полиаллельді белгілер сияқты күрделі тұқым қуалаушылық белгілерді енгізеді (26-сурет, 6 деңгей). Бұрын айтылғандай, студенттер өз жұмыстарын кез келген уақытта тексере алады және қажет болған жағдайда генетикалық ұғымдарды болжамды түсінуіне негізделген кеңестер беріледі.



Сурет 26 -«Genieventure» ойынының алты деңгейі бойынша тапсырмалардың мысалдары

*GBL* әдісін қолдану барысында студенттер генетиканың тұжырымдамалық түсініктерін тереңірек қалыптастырды. Жалпылама айтқанда, ойынға негізделген оқу ортасының әлеуеті бар екенін көрсетті. Студенттерге оқу процессін әрі қарай түсіндіру мақсатында *Problem-based learning әдісі (PBL)* қолданылды.Бұл студенттерге зерттеу жүргізуге, теория мен практиканы біріктіруге және белгілі бір мәселенің шешімін табу үшін білім мен дағдыларды қолдануға мүмкіндік беретін студенттерге бағытталған оқыту тәсілі. (*PBL*) әдісінің бірнеше түрлері бар, соның ішінде «Wokrshops» -арнайы сабақ түрінде студенттерге практикалық немесе теориялық есептер беріліп, соларды шығару қажет етіледі. (*PBL*) әдісінің осы түрін негізге ала отырып студенттерге *генетикалық есептер* ұсынылады.

Тәжірибе арқылы дәлелденген мәліметтердің теорияда күтілген мәліметтермен сәйкес келуі *Х2* (хи-квадрат) әдісі деп аталады. Мендель теориясына тоқталмас бұрын, 3:1 қатынасының дұрыс немесе бұрыстығын тексеру үшін статистикалық әдіс қолданылды. Бұл әдіс хи-квадрат сынағы деп аталады. Хи-квадрат критерийін Мендель өз заңдарын жариялағаннан кейін 35 жылдан кейін 1900 жылы Пирсон ойлап тапты (қосымша Г). Тұқым пішінінің ерекшелігіне қарай, мысалы, тегіс тұқымның кедір-бұдыр тұқымға қатынасы дәл 3:1емес, 2,96:1 құрайды. 3:1 қатынасында тегіс және кедір-бұдыр тұқымдардың күтілетін саны сәйкесінше ER=0.75 х (5474 + 1850)=5493 және EW=0.25 х (5474 + 1850)= 1831 құрайды. Хи-квадрат тестінің статистикасы OR= 5474 және OW=1850 тегіс және кедір-бұдыр тұқымдардың бақыланатын мөлшері.



Хи-квадрат тестінің есептелген статистикасы 0,2629 құрайды, бұл 3,84-тен аз, бір еркіндік дәрежесі бар хи-квадрат үлестірімінің критикалық мәні C:\Users\User\Desktop\1.png Жоғарғы ықтималдығы C:\Users\User\Desktop\22.pngҚорытынды: бұл қатынас (2,96:1) теориялық 3:1 қатынасынан айтарлықтай ерекшеленбейді. Қалған алты эксперименттің Хи-квадраттық тест статистикасы 3,84-тен аз, сондықтан барлық бақыланатын қатынастар 3:1-ге қатынасына тең деп айтылады.

**Есептер:**

1. *Хендрикье ван Андел-Шиппер 2005 жылы 115 жасында қайтыс болды. 2014 жылы зерттеушілер оның аутопсиясынан алынған қан үлгісінен ақ қан жасушаларында 450 мутацияны анықтады. Шиппер асқазан қатерлі ісігінен қайтыс болды және онымен ауыратынын өзі де білмеді. Ол ешқашан қан ауруымен ауырмаған,сау адам сияқты өмір сүрді. Оның ақ қан жасушаларында көптеген мутациялар бар екендігінің ашылуының маңызы қандай?*
2. *Өте әлсіз 5 жасар қызға митохондриялық ауру диагнозы қойылды. Генетикалық тестілеу 1-хромосомада орналасқан гендегі екі мутацияны анықтады, бірақ митохондрияда гендерде мутация жоқ. Осы отбасындағы басқа балалар үшін қауіптің митохондриялық гендегі мутациядан туындаған митохондриялық аурудың тұқым қуалау қаупінен қалай ерекшеленетінін түсіндіріңіз.*
3. *Бидайда некроз(шіру) екі доминантты комплементарлы гендердің-He1 және Не2 әсерінен болады.Екі жаздық бидайдың сортын будандастырғанда 175 некроздық және 128қалыпты бидайлар алынған.Х2әдісі арқылы белгілердің осы ажырау қатынасы теориялық күтілуге сай келетінін анықтаңдар.*

(*PBL*) әдісі күрделі проблемалы есептерді шешу барысында студенттердің сын тұрғысынан ойлау, түрлендіру және өңдеу қабілеттерін дамытты. Алған білімдерін ұштастырып, қорытындылау мақсатында «*Креативті матрица»* - идеяларды қалыптастыру, жаңа шешімдер табу және дәстүрлі ойлаудан бас тарту үшін миға шабуыл жасау тәсілі қолданылды. Мутациялар ауруды қалай туғызады деген тақырыпта креативті матрицада мәселеле ретінде аурулардың түрлері берілген. Студенттер ойлана отырып шатастырылып берілген мәселенің дұрыс тұжырымдамасы мен белгілерін анықтайды. Яғни, әр аурудың өзіне сай мутациялармен белгілерін дұрыс орналастырып жазып шығады. Мысалы, матрицада муковисцидоз ауруы берілген, екінші үшінші бағанда жауаптар дұрыстығын сәйкестендіру мақсатында бірдей түстермен белгілейміз (кесте 9).

Кесте 9 - Креативті матрица. Мутациялар ауруды қалай туғызады

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Мутациялар ауруды қалай туғызады | Мутациялар | Белгілер |
| Ауру түрлері |  |  |
| Муковисцидоз | Жою дистрофинді жояды  әдетте бұлшықет жасушасының ішкі бетін байланыстырады плазмалық мембрана. Бұлшықеттер әлсірейді. | Ұзын аяқтар, әлсіреген қолқа,  жіңішке саусақтар, батып кетті  кеуде қуысы, линзаның шығуы |
| Хантингтон ауруы | Жетіспейтін амин қышқылы немесе басқа нұсқа өзгереді кейбір эпителий жасушаларының плазмалық мембраналарындағы хлорид арналарының конформациясы. Су жасушаларға еніп, секрецияны құрғатады. | Қандағы холестериннің жоғары деңгейі, ерте  жүрек ауруы |
| Гиперхолестеринемия | Қосымша негіздер ақуызға аминқышқылдарын қосады, бұл белгілі бір транскрипция мен протеаза факторларын әлсіретеді | Терінің пигментті аймақтары және тері астындағы жүйке тінінің қатерсіз ісіктері |
| Бұлшықет дистрофиясы | Әдетте ақуыздағы ақау  тудыратын геннің белсенділігін тежейді  Жасушаның бөлінуі, бұл қалыптан тыс өсуге әкеледі | Өкпенің жиі инфекциясы,  ұйқы безінің жеткіліксіздігі |
| Марфан синдромы | LDL рецепторларының жетіспеушілігі мыналарға әкеледі  қандағы холестериннің жиналуына. | Бақыланбайтын қозғалыстар, тұлғаның өзгеруі |
| Нейрофиброматоз | Линзалардағы ақуыздардың жетіспеушілігі мыналарды тудырады  катаракта, ал қолқа қабырғасында  - аневризма (жыртылу). | Бұлшықеттің біртіндеп жоғалуы  функциялар |

**Зертханалық жұмысқа есеп беру талаптары:**

GBL әдісі негізінде «Geniventure» ойыны бойынша төменде келтірілген нәтижелерді алдық.

Сурет 27 - Студенттердің «Geniventure» ойыны бойынша білім деңгейлері

Диаграммаларды талдай отырып эксперименттік топтағы студенттердің генетикалық білімдерін тексеруде 23 студенттің 75% пайызы айдаhардың моделін толық құрастыра алды. 20% студент толық құрастыра алмады, 5% пайыз студент мүлде ойнай алмады. Нәтижеден «Geniventure» ойыны студенттердің қызығушылығы мен ынтасын арттырғанын көреміз.

Сурет 28-Студенттердің GBLәдісі бойынша білім деңгейлері

Екінші диаграммада студенттердің білім деңгейлерінде біршама ерекшелік бар екендігін байқаймыз. Мұнда, бақылау тобына да, эксперименттік тобына да бірдей сұрақтары бар тапсырмалар берілді. Эксперименттік топтарда дұрыс жауаптардың саны жоғары, демек студенттер тұқымқуалаушылық және өзгергіштік сұрақтарының көбісіне дұрыс жауап бере алды (64%). Дәстүрлі әдіс бойынша жүргізілген бақылау топтарындағы студенттер сұрақтарға жауап беруде қиындықтар туғызды (39%). Бұл өзгешеліктер диаграммада айқын көрінген. Сонымен білім беруде GBL әдісін қолдану студенттердің қызығушылығын арттырып тиімді болғанын атап өткен жөн.

Сурет 29 - Студенттердің PBLәдісі бойынша білім деңгейлері

Диаграммада көріп тұрғандай есептерді шешуде айтарлықтай ерекшеліктер бар. PBL әдісі негізінде есептерді шешуде эксперименттік топта 72% студент жоғары деңгейді көрсетсе, ал бақылау тобында 45% студент көрсеткіш көрсете білді. PBL әдісінің мақсаты студенттердің білімді өздігінен алуға жағдай жасау.

Креативті матрица әдісі бойынша сандық талдау нәтижелері диаграммада көрсетілгендей эксперименттік топта 82% студент белсенділік танытып матрицаны дұрыс шеше білді, ал бақылау тобында 55% студент көрсеткіш көрсете білді. Тиісінше, білім деңгейі осы сипаттамалардың санына байланысты анықталды.

Сурет 30- Студенттердің креативті матрица әдісі бойынша білім деңгейлері

Диаграммаларды талдай отырып эксперименттік топтағы студенттердің генетикалық білімдерін тексеруде 75% пайызы айдаhардың моделін толық құрастыра алды. 20% студент толық құрастыра алмады, 5% пайыз студент мүлде ойнай алмады. Нәтижеден «Geniventure» ойыны студенттердің қызығушылығы мен ынтасын арттырғанын көреміз.

Екінші диаграммада студенттердің білім деңгейлерінде біршама ерекшелік бар екендігін байқаймыз. Мұнда, бақылау тобына да, эксперименттік тобына да бірдей сұрақтары бар тапсырмалар берілді. Эксперименттік топтарда дұрыс жауаптардың саны жоғары, демек студенттер тұқымқуалаушылық және өзгергіштік сұрақтарының көбісіне дұрыс жауап бере алды (64%). Дәстүрлі әдіс бойынша жүргізілген бақылау топтарындағы студенттер сұрақтарға жауап беруде қиындықтар туғызды (39%). Бұл өзгешеліктер диаграммада айқын көрінген. Сонымен білім беруде GBL әдісін қолдану студенттердің қызығушылығын арттырып тиімді болғанын атап өткен жөн. Диаграммада көріп тұрғандай есептерді шешуде айтарлықтай ерекшеліктер бар. PBL әдісі негізінде есептерді шешуде эксперименттік топта 72% студент жоғары деңгейді көрсетсе, ал бақылау тобында 45% студент көрсеткіш көрсете білді. PBL әдісінің мақсаты студенттердің білімді өздігінен алуға жағдай жасау. Креативті матрица әдісі бойынша сандық талдау нәтижелері диаграммада көрсетілгендей эксперименттік топта 82% студент белсенділік танытып матрицаны дұрыс шеше білді, ал бақылау тобында 55% студент көрсеткіш көрсете білді. Тиісінше, білім деңгейі осы сипаттамалардың санына байланысты анықталды.

Студенттердің көпшілігі *STEM интеграцияланған оқытудың GBL* әдісін 42 *%; PBL* әдісін 26%; *Креативті матрица* әдісін 25%; *Басқада мүмкіндіктер 7% ұнады деп жауап берді.* Студенттер *STEM интеграцияланған оқытудың* дәстүрлі әдістермен салыстырғанда тиімділігіне тоқталды. Цифрлы білім беру ресурстары арқылы қызықты мәліметтерге қол жеткізу, мәселені өз бетімен шешу, тақырыпты оңай игеру және тағы басқалар [231].

*Game‑Based learning(GBL), Problem-based learning әдісі(PBL), Креативті матрица әдістеріне негізделген TPACK -STEM интеграцияланған оқыту* студенттердің генетиканы меңгеруіне ықпал зор. Олардың заман талабына сай цифрлы білім беру контенттерін, ақпараттық технологияларды игеруіне, креативті ойлау дағдыларының қалыптасуына, зияткерлік дамуына көмектеседі. Бұл оқытуға да, оқуға да кең әсер етеді. GBL, PBL, Креативті матрица әдістері негізіндегі STEM интеграциясының оқыту бойынша эксперименттік және бақылау топтарының бағалау ұпайларының орташа пайыздық қатынасында айырмашылық дәлелденеді. Зерттеудің барлық нәтижелерін қорытындылайтын болсақ STEM интеграциясы студенттер арасында оң көзқарасты қалыптастырды. Демек, STEM интеграциясы оқытуды дамытуда ықпалы зор.

**2.4** **Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудағы тәжірибелік-эксперименттік жұмыс нәтижелерін бағалау**

Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруға байланысты ұсынылған әдістердің тиімділігін тәжірибелік –эксперимент барысында анықтау жұмыстары жүргізілді. Генетиканы оқытуда педагогикалық әдістерді тиімді пайдалану барысында студенттердің зерттеу дағдыларын дамыту жүргізілген тәжірибелік-эксперименттік жұмыстардың негізгі міндеттері болып табылады. Тәжірибелік – эксперименттік жұмыс білім алушылардың Генетика пәнін оқытуда (*Escherichia coli* бактерияларының жасушаларында 8-метоксипсораленнің геноуыттылығын анықтау мысалында) тиімді зерттеу әдістерін оқу үдерісінде пайдалану негізінде зерттеу дағдыларын қалыптастыруда зертханалық жұмыстар жүргізілді. Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру мақсатында қолданылған әдістер, ғылыми эксперименттік жұмыстар, сабақ жоспарларының пайдалы жақтары, өндірісте қолданылуы туралы 2; 2.1; 2.2; бөлімдерде толық қарастырылды.

Эксперименттік жұмыстарға 2018-2023 жылдары аралығында Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің «6В05101-Биология» мамандығының 94 студенті қатысты.. Тәжірибелік-эксперименттік жұмысымызды жүзеге асырудан алдын біз Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің «6В05101-Биология» мамандығының білім алушыларын: эксперименттік (ЭТ) топ – 48 білім алушы және бақылау (БТ) тобы-46 білім алушы деп екі топқа бөліп алдық. Эксперименттік жұмыс екі кезең бойынша жүргізілді:

1) Анықтау эксперименті (2018-2020 ж.)

2) Қалыптастыру эксперименті (2020-2023ж.)

Екі кезең бойынша зерттеудің теориялық қорытындылары тұрақты тексеріліп, нәтижелерді салыстырып, талдау және қорытындылау білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың негізін анықтауға мүмкіндік берді.

1. Анықтау эксперименті 2018-2020жж. уақыт аралығында жүргізілді. Анықтау экспериментінің негізгі мақсаты зерттеу мәселесінің бастапқы мазмұнын, яғни білім алушылардың Генетика пәні бойынша білімін тексеру. Ол үшін білім алушылардан сауалнама, тест және т.б. әдістермен пән бойынша білім деңгейін анықтау жұмыстары жүргізілді. Cауалнама, тест *Microsoft Forms* платформасының көмегімен әзірленді. Бұл платформалар оқытушыларға мақсатты сұраулар арқылы эксперименттер құруға мүмкіндік беретін сұрақтарды біріктіру мүмкіндігін ұсынады, сонымен қатар студенттерді эксперимент нәтижелері студенттер таңдаған нұсқаларға байланысты өзгеруі мүмкін тармақталу нүктелерін қосу арқылы шешім қабылдауға шақырады. Платформа, оқытушыларға да, білім алушыларға да қол жетімді.

Анықтау экспериментінде *Microsoft Forms* платформасында білім алушылардың пән бойынша білім деңгейін анықтауға арналған төмендегідей 6 бөлімнен құралған 30 сауалнама құрастырылды (қосымша И).



Сурет 31-Microsoft Formsта сауалнамалар

1. Генетика ғылымының қазіргі, бүгіні және болашағы туралы талдау жасаңыз;
2. Генетика ғылымының қазіргі таңдағы маңызы туралы ойыңыз?
3. Мутация туралы қандай ақпарат білесіз?
4. Генотоксикалогия туралы қандай ақпарат білесіз?
5. Генотоксикалогияның генетикалық маңызы неде деп ойлайсыз?
6. Генотоксиндердің түрлері туралы не білесіз?
7. Миссенс мутация мен Нонсенс мутацияның айырмашылығы неде?
8. Генетикалық рекомбинация дегеніміз не?
9. Мутагендер туралы не білесіздер?
10. Канцерогендер туралы не білесіздер?
11. Генетикалық аурулардың пайда болу себептері туралы не білесіздер?
12. Геноуыттылықты қазіргі таңда зерттеу өзекті болып табылады, не себепті деп ойлайсыз?
13. Берілген ДНҚ фрагменттері бактерия геномына қалай кіреді?
14. Биосенсорлар жайлы көзқарасыңыз?
15. Биосенсорлардың көмегімен геноуыттылықты анықтау қаншалықты тиімді?

6В05101-Биология мамандығының білім алушылары сауалнамаларға жауап беру нәтижесінде жоғары көрсеткіш (L4,L3,L1) деңгей бойынша иеленді. Бұл пәнді толықтыруда белгіленген қажеттіліктерге сәйкес жоспар құруға, мазмұнды таңдауға мүмкіндік береді.

Кесте 10 - Сауалнама әдісі бойынша студенттер үшін анықтау экспериментінің көрсеткіштері

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сауалнама | L1 | L2 | L3 | L4 | L5 | L6 | Жалпы саны |
| Бақылау тобы | 9 | 6 | 8 | 11 | 7 | 5 | 46 |
| Эксперимент тобы | 6 | 7 | 8 | 13 | 9 | 6 | 48 |

Кестеде келтірілген мәліметтер көрнекірек болу үшін 47-суреттегі диаграммада берілген.

Сурет 32 - Студенттер үшін анықтау экспериментінің көрсеткіштері

Кестелер мен суреттен көріп отырғанымыздай анықтау эксперименті кезінде бақылау және эксперимент топтарында студенттерінің зерттеу дағдыларының қалыптасуында базалық деңгей басым болғаны анықталды:бақылау топтың – 52% және эксперимент топтың – 48%.

Кесте 11 - Анықтау экспериментінің салыстырмалы нәтижелері

|  |  |
| --- | --- |
| Бақылау тобы | 52% |
| Экспериментальді топ | 48% |

Анықтау эксперименті нәтижелерін талдай келе білім алушылардың пән бойынша берілген сұрақтарға жауап беру көрсеткіштеріне талдау жасалды:

*Генетика ғылымына қандай сипаттама бересіз?-* деген сауалға жалпы 90 % көрсеткішпен білім алушылар өз ойларын дұрыс жеткізе алды. Өйткені, генетика қазіргі таңда өзекті ғылым саласы, және генетика ғылмының жетістіктері туралы ақпарат көздері теледидар, интернет, цифрлы контенттерде жиі талданатындықтан бұл сауалға жауап беру қиын болмады.

*Мутацияның генетикалық маңызы неде деп ойлайсыз?* -деген сауалда білім алушылардың жауап беру нәтижесі бойынша 64 %, яғни, генотоксиндер туралы нақты жауап бере алмаса да, жалпы мутацияның генетикалық маңызы туралы өз ойларын еркін жеткізе алды.

Білім алушыларға мутацияның түрлері, табиғаттағы маңызы, өндірісте, медицинада қолдану ерекшеліктері жөніндегі сауалдарға толығымен жауап беруде қиындық туғызып, толығымен жауап бере алмады. Дегенмен де, білім алушылардың бұл тақырыптар қызығушылығын оятып, оның қоғамда маңыздылығын ескере келе әрі қарай білімдерін жетілдіргісі келетіндігі жайлы өз ойларын жеткізді. Білім алушылардың аталған тақырыптарды тереңнен зерттеу жұмыстарын жүргізу, арнайы педагогикалық тиімді әдіс - тәсілдер көмегімен зерттеу дағдыларын қалыптасыру жұмысымыздың негізгі мақсаты болып табылады.

*2. Қалыптастыру эксперименті* (2020-2023жж.). Қалыптастыру эксперименті бойынша генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың тиімділігін анықтаудың негізгі көрсеткіштері белгіленді.

Білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру төрт критерий бойынша жүргізілді:

*Мотивациялық критерий -* білім алушыларға интербелсенді әдіс бойынша зертханалық жұмыс жүргізілді(E.coli биосенсорлары арқылы генотоксикалық механизмін зерттеу).

*Когнитивтік критерий* - Мутацияға ұшыраған гендердің құрылымын модельдеу әдісі арқылы оқыту

*Іскерлік критерий* - STEM интеграциясын пайдалана отырып, GBL-ойын тапсырмалары, PBL-генетикалық есептер шығару және креативті матрицаларды құрастыру арқылы білім алушылардың өз бетінше тапсырмаларды орындау бойынша.

*Скаффолдингті критерий* - мотивациялық, когнитивтік, іскерлік критерилер бойынша жинақталған білімдерін скаффолдинг «бағана орнату» әдістемесі бойынша цифрлы портфолио жинақтады.

Бағалау - оқу процесін анықтау және білім алушылардың тапсырмаларға жауаптары, қазіргі идеялары, түсінігі мен ойлау процестері туралы түсінік беретін ұғым. Бағалау жақсы ұйымдастырылған кезде, оқытушылар білім білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырып, ғылыми түсініктерін дамыту үшін қалыптастырушы бағалаудың тапсырмаларына көбірек назар аударады.

Қалыптастыру кезеңінде білім алушылардың зерттеу дағдылары қалыптастырушы бағалау скафоллдинг стратегиясымен Блум таксономиясына сүйене отырып анықталды.

Блум таксономиясын скафоллдинг ретінде пайдалану зерттеу жұмысының толық орындалуына, құрылымы мен мазмұнына, жүйелілігіне және өз бетімен орындай алу мүмкіндігімен анықтауды талап етеді. Осылайша, бұл өзін-өзі талдау студенттердің зерттеу дағдыларын жоғары деңгейде қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудағы **мотивациялық критерий** бойынша студенттер мутацияның бактериялды талдау әдісі Зерттеу жұмысы оқытушымен бірлесіп жүргізілді. Бұл зерттеуде білім алушылардың арнайы тапсырманы жеке және топпен орындау барысында, зерттеу тәсілі туралы жоғарыда айтылған интербелсенді оқыту әдістері негізге алынды. Сонымен, білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудағы зертеу жұмысының мақсаты 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 бағытталған.

Зерттеу сабағының нәтижесі бойыншабұл зертханалық сабақ дәстүрлі зертханалық сабаққа қарағанда ерекшелігі білім алушылардың үш түрін аудиал, визуал, кинестетик студенттерді де қамтиды. Сабақта қолданылған интербелсенді 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.

Зертханалық сабақтар студенттерге тек теориялық білім берудің орнына құзыреттілік пен зерттеу дағдылардыларын 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 сабағы Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің, биология мамандығының 3 курс студенттеріне жүргізілді.

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 студенттердің генетикалық ластануды зерттеу дағдылары қалыптасты. Студенттердің үлгерім пайызы 100 баллдық шкала бойынша бастапқы білімімен салыстырғанда 61% пайызға дейін артты, ал 50% пайыздық жүйе бойынша бастапқыда студенттер 50% пайызды құраған болса, сабақ соңында 60% пайызға жоғарылаған.

Білім алушылардің 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 қорщаған ортаның ластануы.*

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

Сурет 33 - Студенттердің зерттеу жұмысы бойынша алынған кумулятивті бағалау нəтижелері

Сурет 34 - Студенттердің зерттеу жұмысы бойынша алынған сауалнама нəтижелері

Жоғарыда берілген 34 -суретте *Бір минуттық рефлексия әдісі бойынша* 100% пайыз білім алушы дұрыс тұжырым жасады. Білім алушыларға «*Осы сабақта сен үшін ең маңызды үйренгенің не болды»?* деген сауалға 40% пайыз өз ойларын дұрыс тұжырымдай білді. *Әліде қандай мәселелер түсініксіз?»* деген сауалға 23% пайыз білім алушы дұрыс тұжырым берді. *«Сабақты бір оймен қорытындыла*» деген сауалға 37% студент дұрыс тұжырым жасады. Білім алушылар оқу жағдайындағы өзгерісті сезінді. Генетикалық білімді меңгеруде сауаттылық деңгейі артты. Білім алушылар зерттеуге негізделген зертханалық тəсілге дайын екендігін көрсетті [82,б. 362].

***«Когнитивті критериде»*** Теориялық практиканы меңгерудеоқытушымен бірлескен іс-әрекет негізінде білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру. **«*Мотивациялық критериде*»** Генетикалық мутацияның пайда болуына әсер ететін факторларды, мутагенез және концерогенез яғни геноуыттылық кезінде жүретін молекулалық генетикалық процестерді анықтау жұмыстары жүргізілді. Молекулалық генетиканың процестері көптеген білім алушылар үшін ДНҚ, РНҚ және ақуыздың молекулалық құрылымын, ДНҚ репликациясы, ақуыз синтезі, мутация процестерінің ДНҚ да қалай жүзеген асатыны сияқты жасушааралық процестерді түсіну қиындық тудыратынын ескере отырып, теория мен практиканы байланыстыратын конструктивті көпір ретінде *модельді оқыту әдісі* қолданылды. Мутация мен ДНҚ репликациясын, CRISPR және ДНҚ мен байланысты жүретін тағы басқа процесстерді модельдеу үшін арнайы *ДНҚ штамптары* жасалды. Модельдеуді жүзеге асыру үшін оқытушы білім алушылардың теориялық, зертханалық білімін шыңдап, генетикалық процесті егжей-тегжей көрсететін қысқа бейне моделін ДНҚ-штамптары арқылы жасауды сұрады. Білім алушылардың көпшілігі тапсырманы орындауға қызығушылық танытып, белсенді қатысты және әрбір келесі қадамды талқылады. ДНҚ штамптарының жиынтығы арқылы жасалған модель білім беру процессінде қолданылады. Әрі қарай, генетика сабағында іріктеуді енгізу және бағалау туралы талқылаймыз. Модельдеу әдісі студенттер тарапынан көптеген сұрақтар туғыза отырып түсініксіз болып келген прцесстерді, тікелей модельге айналдырды [226]. Әр процессті модельдеуде де студенттер білімдерін шыңдап, дүниетанымдары кеңіп, шығармашылық қабілеттері арта түсті. Сондай-ақ, модельдеу әртүрлі қате түсініктерді ашты. 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. ДНҚ штамтарын модельдеуде когнитивті критерий бойынша білім алушылардың зерттеу дағдыларының қалыптасу деңгейін анықтауда тест тапсырмалары қолданылды. Тестке 46 студент 4 топшаға бөлініп қатысты. қатысты. Тест тапсырмалары блум таксономиясына сәйкес деңгейлерге бөлініп құрастырылды. Бағалау дискрипторларына сай жүргізілді. Төрт топшадағы бағалау нәтижелері кестеде берілген.

Кестелерде: ***Xі*** - студенттердің алғанжиынтық балл; X-алған балдар үшін *орташа балл*; Z балдардың стандартты шкаласы есептеу үшін қажетті (***Xі*** -X) (***Xі*** -X)2 мәндерінің жолдары, студенттердің жетістіктерін дұрыс бағалау үшін өзгертіледі. Бақылау-бағалау нәтижелері математикалық және статистикалық әдістердің көмегімен өңделді.

Кесте 12 - I-ші нұсқа бойынша 1-топтың тестілеу нәтижелері, орташа балл X1 = 20,18 артық көрсеткіш

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | Студенттердіңжалпы саны |
| 19 | 21 | 15 | 22 | 17 | 25 | 20 | 18 | 26 | 23 | 16 | Балл |
| -1,18 | 0,82 | -5,18 | 1,82 | -3,18 | 4,82 | -0,18 | -2,18 | 5,82 | 2,82 | -4,18 | (xi-X) |
| 1,39 | 0,67 | 26,83 | 3,31 | 10,11 | 23,23 | 0,03 | 4,75 | 33,87 | 7,95 | 17,47 | (х1-Х)2 |
| -0,36 | 0,25 | -1,57 | 0,55 | -0,97 | 1,47 | -0,05 | -0,66 | 1,77 | 0,86 | -1,27 | Z |

Кесте 13-II-ші нұсқа бойынша 2-топтың тестілеу нәтижелері, орташа балл X2 = 21,90 артық көрсеткіш

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | Жалпы саны |
| 24 | 18 | 26 | 15 | 17 | 22 | 20 | 27 | 16 | 23 | 28 | Балл |
| 2,10 | -3,90 | 4,10 | -6,90 | -4,90 | 0,10 | -0,90 | 5,10 | -1,90 | 1,10 | 6,10 | (xi-X) |
| 4,41 | 15,21 | 16,81 | 47,61 | 24,01 | 0,01 | 0,81 | 26,01 | 3,61 | 1,21 | 37,21 | (х1-Х)2 |
| 0,54 | -1,01 | 1,06 | -1,78 | -1,26 | 0,03 | -0,23 | 1,31 | -0,49 | 0,28 | 1,57 | Z |

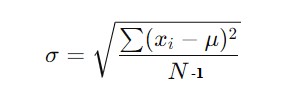
Кесте 14 -III-ші нұсқа бойынша 3-топтың тестілеу нәтижелері, орташа балл X3 = 21,15 артық көрсеткіш

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 34 | 33 | 32 | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | Студенттердің жалпы саны |
| 22 | 23 | 19 | 27 | 16 | 26 | 20 | 17 | 25 | 21 | 18 | 24 | Балл |
| 0,85 | 1,85 | -2,15 | 5,85 | -5,15 | 4,85 | -1,15 | -4,15 | 3,85 | -0,15 | -3,15 | 2,85 | (xi-X) |
| 0,72 | 3,42 | 4,62 | 34,22 | 26,52 | 23,52 | 1,32 | 17,22 | 14,82 | 0,02 | 9,92 | 8,12 | (х1-Х)2 |
| 0,26 | 0,56 | -0,65 | 1,76 | -1,55 | 1,46 | -0,35 | -1,25 | 1,16 | -0,05 | -0,95 | 0,86 | Z |

Кесте 15 - 4-ші нұсқа бойынша 4-топтың тестілеу нәтижелері, орташа балл X4= 20,75 артық көрсеткіш

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 46 | 45 | 44 | 43 | 42 | 41 | 40 | 39 | 38 | 37 | 36 | 35 | Студенттердіңжалпы саны |
| 26 | 18 | 23 | 18 | 21 | 16 | 22 | 25 | 20 | 17 | 24 | 19 | Балл |
| 5,25 | -2,75 | 2,25 | -2,75 | 0,25 | -4,75 | 1,25 | 4,25 | -0,75 | -3,75 | 3,25 | -1,75 | (xi-X) |
| 27,56 | 7,56 | 5,06 | 7,56 | 0,06 | 22,56 | 1,56 | 18,06 | 0,56 | 14,06 | 10,56 | 3,06 | (х1- Х)2 |
| 1,77 | -0,93 | 0,76 | -0,93 | 0,08 | -1,60 | 0,42 | 1,43 | -0,25 | -1,26 | 1,09 | -0,59 | Z |

Тестте төрт нұсқа қолданылғандықтан, студенттердің білім деңгейін анық, дәл көрсету үшін ұпай сандарын ранжирлейміз яғни жауаптардың реттілігін анықтау арқылы дәл нәтижеге қол жеткіземіз. Ранжирлеу кестесі 16, 16.1, 16.2 Ол үшін кестелерде келтірілген есептеулерді, төмендегі формулаларды орындау арқылы ұпайларды Z шкаласына дейін азайту керек



мұндағы n- әр топшадағы студент саны, біздің жағдайда үш топша 11ден n =11; ал бір топша n-12; -нәтижелердің шашырауын сипаттайтын стандартты ауытқу. 1-нұсқа үшін = 3,28, 2-нұсқа үшін = 3,88, 3-нұсқа үшін = 3,322,97 алынды. Алынған ұпайлардың Z мәндерінің стандартты шкаласына масштабталды, бұл тестілеу нәтижелерін бір оське дұрыс орналастыруға мүмкіндік береді*.*

C:\Users\User\AppData\Local\Packages\Microsoft.Windows.Photos_8wekyb3d8bbwe\TempState\ShareServiceTempFolder\пп.jpeg

Тесттің барлық нұсқалары үшін Z мәндерін есептеп, бір шкалаға азайту арқылы студенттердің білім дәрежесін анықтауға болады.

Кесте 16 - Студенттердің ұпай деңгейлері бойынша ранжирлеу

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 44 | 2 | 23 | 20 | 36 | 26 | 15 | 39 | 29 | 6 | 12 | 12 | 46 | 31 | 3 | Қатысушылар№ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 0,76 | 0,86 | 0,86 | 1,06 | 1,09 | 1,16 | 1,31 | 1,31 | 1,43 | 1,46 | 1,47 | 1,57 | 1,77 | 1,76 | 1,77 | Z |
| 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 2 | 3 | 1 | Ранг |

16 - кестенің жалғасы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 14 | 11 | 28 | 38 | 16 | 25 | 5 | 17 | 42 | 10 | 34 | 13 | 40 | 22 | 8 | 33 | Қатысушылар№ |
| -0,49 | -0,36 | -0,35 | -0,25 | -0,23 | -0,05 | -0,05 | 0,03 | 0,08 | 0,25 | 0,26 | 0,28 | 0,42 | 0,54 | 0,55 | 0,56 | Z |
| 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | Ранг |
| 19 | 41 | 30 | 27 | 1 | 18 | 37 | 27 | 21 | 7 | 24 | 43 | 45 | 4 | 32 | 35 | Қатысушылар№ |
| -1,78 | -1,60 | -1,57 | -1,55 | -1,27 | -1,26 | -1,26 | -1,25 | -1,01 | -0,97 | -0,95 | -0,93 | -0,93 | -0,66 | -0,65 | -0,59 | Z |
| 46 | 45 | 44 | 43 | 42 | 41 | 40 | 39 | 38 | 37 | 36 | 34 | 34 | 33 | 32 | 31 | Ранг |

16-кестеден ең үлкен мән Z = 1,77 білім алушы алған жоғары дәрежеге сәйкес келеді (16-кестеде 3-рет саны 1ранг деп белгіленген). Z шкаласының мәндері оң мәндерден теріс мәндерге дейін азаяды, сәйкесінше жетістік дәрежелері өзгереді, ең нашар нәтиже Z= -1,78 (рет саны -19, ранг-46).

Дискриминативтілік-бұл тесттің дифференциалдау қабілеті жеке тапсырманы қаншалықты деңгейде сәтті орындалуын анықтайды.

Біз бұл саралауға Л.Л. Кузинаның жұмысында берілген *"27-әдіс"* деген әдісті қолдандық, оның мәні студенттердің бағалауларының ішінен ең жақсы бағалардың 27% - ы және ең төменгі бағалардың 27% - ы таңдалады және нәтижелер айырмашылығының маңыздылығын анықтау үшін *бисериальді корреляция коэффициенттерін* анықтайды.

Біздің жағдайда 27% 7 балл мәнінің үлгісін құрайды (кесте 17) [227-232].

Кесте 17 -Ұпайларды іріктеу

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Жоғары балл | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 |
| Төменгі балл | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 |

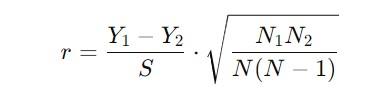
Орташа балл күшті Y1 = 25

Төменгі орташа баллы Y2 = 18

Орташа стандартты ауытқу: S = (1+ 2 +3+) / 4 ,

S = (3.28+3,88+3,32-2.97)/4=3,38.

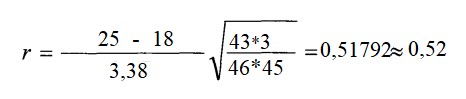
бисериальді корреляция коэффициенті r:



мұндағы N1 - тапсырмаларды сәтті орындаған студенттер саны;

N2 - тапсырманы орындай алмаған студенттер саны;

N-студенттердің жалпы саны.



Формулада көрсеткендей r = 0,5-ке жақын екенін көрсетті, бұл дискриминативтілікті яғни тапсырманы сәтті әзірленгенін растайды.

***«Іскерлік критерий»*** бойынша білім алушылар ғылыми- зерттеу іскерліктерін өз бетінше жүргізеді.

Бұл критериде білім алушыларға зерттеу жұмысын жүргізуде және нәтижеге жетуде*TPACK* негізіндегі *STEM* интеграцияланған оқыту әдісі қолданылды. *STEM* интеграцияланған оқыту әдісінің тиімділігін анықтауда аралас оқыту әдістері *Problem-based learning әдісі(PBL),* *Game‑Based learning(GBL),*

Креативті матрица әдістері қолданылды.

*Problem-based learning әдісі (PBL)*- бұл оқытудың маңызды инновациялық әдісі, бұл бөлімде білім алушылардың алған теориялық-практикалық білімдерін әдісі күрделі проблемалы есептерді шешу барысында дамытып, білім алушылардың сын тұрғысынан ойлау, өңдеу, есептеу, шешім қабылдау қабілеттерін дамытты.

*Game‑Based learning(GBL)-*оқу іс-әрекеттері үшін, әсіресе ғылымда маңызды балама құралдар болып табылатын мотивациялық бағыт. GBL әдісінде *«Geniventure»* деп аталатын цифрлық ойын әдісі қолданылды. Нәтижесін де білім алушылар генетиканың тұжырымдамалық түсініктерін тереңірек қалыптастырып, шабыттануы және танымдық қабілетінің артуы байқалды [231,р. 201].

*TPACK* негізіндегі *STEM* интеграцияланған оқыту әдісі (*Game‑Based learning(GBL), Problem-based learning әдісі(PBL),* Креативті матрица) бойынша бағалауды блум жүйесіне сүйене отырып төмендегідей құрастырылды (кесте 20):

Кесте 18 - Тапсырмалар бойынша бағалау нәтижелері

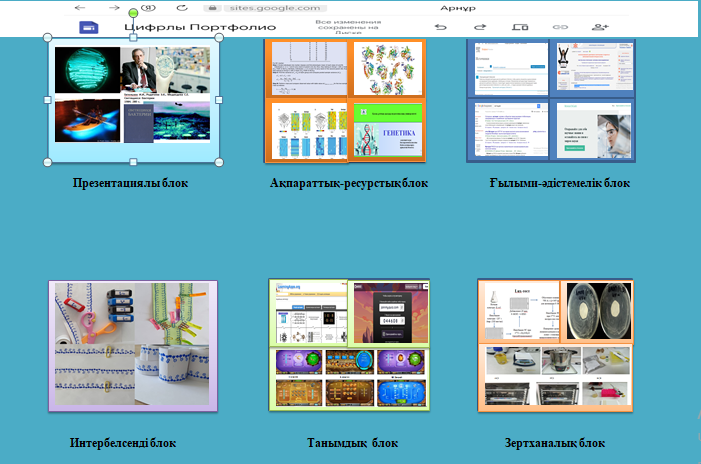
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Тапсырмалар бойынша бағалау нәтижелері | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Блум жүйелері | Білу, тану | | Түсіну | | Қолдану | | | Талдау | | | | Жинақтау | | | Бағалау | | |
| Тапсырма реті | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | 7 | | | 8 | 9 | | | 10 | | |
| Балл | 14 | 16 | 23 | 21 | 35 | 38 | | 40 | | | 42 | 48 | | | 50 | | |
| Салыстырмалы нәтиже | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,10 | 0,12 | 0,12 | | 0,13 | | | 0,13 | 0,14 | | | 0,14 | | |
| Орташа мән | 15 | | 22 | | 36,5 | | 41 | | | | | 49 | | | | | |
|  | Game‑Based learning (GBL) | Problem-based learning әдісі (PBL)  Креативті матрица | Game Based learning (GBL) | Problem-based learning әдісі (PBL)  Креативті матрица | Game Based learning (GBL) | Problem-based learning әдісі (PBL)  Креативті матрица | | | Game Based learning (GBL) | Problem-based learning әдісі (PBL)  Креативті матрица | | | Game Based learning (GBL) | Problem-based learning әдісі (PBL)  Креативті матрица | | Game Based learning (GBL) | Problem-based learning әдісі (PBL)  Креативті матрица |

18-кестеде көріп отырғанымыздай оқу тобы бойынша осы зерттеу дағдыларының қалыптасуының орташа деңгейі 4,6, (*Game‑Based learning(GBL), Problem-based learning әдісі(PBL),* Креативті матрица бойынша бағалауды блум жүйесіне негізделе Білу,Тану бойынша - 15, Түсіну-22, Қолдану-36,5 Талдау - 41, Жинақтау, Бағалау - 49 орташа коэффициенттерін көрсетті. Бұл алынған мәліметтер жалпы жоспарланған мақсаттардың орындалғанын көрсетеді. Студенттер *STEM интеграцияланған оқытудың* дәстүрлі әдістермен салыстырғанда тиімділігіне тоқталды. Цифрлы білім беру ресурстары арқылы қызықты мәліметтерге қол жеткізу, мәселені өз бетімен шешу, тақырыпты оңай игеру және тағы басқалар. Алынған нәтижелерді дұрыс сараптау үшін Парето диаграммасын қолданамыз. Паретто нәтижеге қол жеткізу үшін мәселелерді шешуде пайдалы қадамдарды анықтайтын, сапаны бақылайтын графикалық құрал. Ол үшін бағаналы диаграмма құрып, кестедегі мәліметтерді ең жоғары пайыздық мәнінен кему ретімен орналастырамыз. Пайыздардың жиынтығын көрсету үшін бағаналы диаграммаға сол жақтан басталып оңға қарай көтерілетін кумулятивті қисық сызықты диаграмма қойылды (сурет 35) [233].

Сурет 35 - Парето диаграмасындағы нәтижелер

Парето принципі бойынша ең маңызды сұрақтардың жиынтық сомасы 80%-ға жақын. Білім алушылар сауалнамалардың 80% жауап беру арқылы игерілмеген материалдың 20% өзегін тауып, оны тереңірек түсінуге тырысады. Немесе 20% маңызды әрекетті анықтап, уақытты дұрыс пайдалану арқылы 80% нәтижеге қол жеткізу. Бұдан шығатын қорытынды эксперименттік топтағы барлық студенттерге *Game‑Based learning(GBL), Problem-based learning әдісі(PBL), Креативті матрица әдістеріне негізделген STEM интеграцияланған оқытудың* ұнайтындығы, берілген тапсырмаларды қызығушылықпен орындағаны зерттеуде қолданылған педагогикалық тәсілдің ұтымды болғанын білдіреді. ***«Скаффолдингті бағалау критериі»*** кезінде білім алушылар мотивациялық критерий, когнитивті критерий, іскерлік критерилерінде алған білімдерін жинақтай келе цифрлы портфолио құрастырды. Цифрлы портфолио ұғымы жаңа тренд және еліміздегі білім беру саласын дамытудың басымдықтарының бірі. Бұл білім алушының электронды түрдегі оқу, шығармашылық жеке жетістіктерінің жиналуы және бағалануы. Цифрлы портфолио мазмұны- біртұтас білім беру стратегиясының элементі ретінде білім алушылардың оқу құзыреттілігін ғана емес, өзін-өзі ұйымдастыру қабілетін, коммуникативтік және зерттеу дағдыларын көрсетеді, білім беру маршруттары мен оның нәтижелерін айқындайды. А.Засобина мен Л. Куклиннің пікірінше, "Білім алушының цифрлық портфолиосы" - бұл оқытушы мен білім алушының қарым-қатынасының сипатын айтарлықтай өзгертетін өзіндік орталық. Біріншіден, бұл білім алушыға жеке оқу пәнінің ішінде де, жалпы білім беру процесінде де өзінің білім беру бағытын "көрінетін" етуге мүмкіндік берсе, екіншіден, жүріп өткен жолды рефлексивті талдап, бағалауға мүмкіндік береді [234].

Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру мәселесі бойынша алған білімдерін қорытындылай келе білім алушылар цифрлы портфолио құрастырды (сурет 36).



Cурет 36 - Цифрлы портфолио

Осылайша, генетиканы оқытуда цифрлы портфолионы білім беру процесінде қолдану тиімділіктері мен блоктарына тоқталсақ:

*Презентациялық блокта –* деректердің растығына, ғылыми-нәтижелердің толықтығына, зерттеу нәтижесінің көрнекіліктеріне қарап бағаланады. *Ақпараттық-ресурстық блокта* өзерттеу тақырыбын ашуда диагностикалау және талдау қабілеттеріне, интернет-ресурстық базалардан, сайттар мен басқада цифрлы веб-ресурстар арқылы зерттеушілік қабілеттеріне қарай және есептерді шығару дағдыларымен бағаланады.

*Ғылыми-әдістемелік блокта -* зерттеу тақырыптары бойынша қосымша арнайы сайттардан (Researchgat, Scholar.google.ru және Scopus.com, eLibrary.ru)әдеби шолулар жасап, өз бетінше ғылыми жұмыстарды жаза алу қабілеті бойынша бағаланады.

*Интербелсенді блокта -* білім алушылардың ДНҚ штамптарымен генетикалық молекулалық процестерді моделдеу қабілеті бойынша, креативті матрицаны дұрыс шеше алуы бойынша бағаланады.

*Танымдық блокта -* білім алушылар геймфикация әдістері бойынша бағаланады.

*Зертханалық блок -* зертханалық жұмысты дұрыс ұйымдастыра білу мен алынған нәтиженің дұрыстығына қарап бағаланады.

Білім алушылардың генетиканы оқытуда зерттеу дағдыларын қалыптастыруын бақылауда блум таксономиясын скаффолдинг ретінде қолданудың маңызы зор болды. Скаффолдинг-өзі үшін үйренетін, өз тәжірибесін рефлекциялап зерттей алатын білім алушыны қалыптастыруға мүмкіндік беретін бағалау түрі. Хоган мен Прессли (1997) скаффолдингті білім алушылардың танымдық дамуында интеллектуалды оқу құралы ретінде сипаттады [235]. Блум таксономиясын скаффолдинг ретінде қолдануда [236] студенттер цифрлы портфолио құру арқылы өз жұмысының деңгейін анықтауды талап етеді. Осылайша, таксономияны қолдана отырып өзін-өзі талдау зерттеу дағдыларын қалыптастыруға мүмкіндік береді. Блум таксономиясын скаффолдинг ретінде пайдалануда цифрлы партфолио зерттеу дағдыларын қалыптастыруды жаңа контекстте түсіндіреді.

Осылайша, генетиканы оқытуда цифрлы портфолионы білім беру процесінде қолдану тиімділіктері мен блоктарын бағалау өлшемдері блум таксономясының коэффициенттерімен -(К) (К1-К6) өлшенді. *Презентациялық блокта* (К1-К2) *–* деректердің растығына, ғылыми-нәтижелердің толықтығына, зерттеу нәтижесінің көрнекіліктеріне қарап бағаланады. *Ақпараттық-ресурстық блокта* (К2-К3 және ішінара К4) өзерттеу тақырыбын ашуда диагностикалау және талдау қабілеттеріне, интернет-ресурстық базалардан, сайттар мен басқада цифрлы веб-ресурстар арқылы зерттеушілік қабілеттеріне қарай және есептерді шығару дағдыларымен бағаланады.

*Ғылыми-әдістемелік блокта* (К3-К4), *-*зерттеу тақырыптары бойынша қосымша арнайы сайттардан (Researchgat, Scholar.google.ru және Scopus.com, eLibrary.ru)әдеби шолулар жасап, өз бетінше ғылыми жұмыстарды жаза алу қабілеті бойынша бағаланады.

*Интербелсенді блокта* (К4-К5), *-*білім алушылардың ДНҚ штамптарымен генетикалық молекулалық процестерді моделдеу қабілеті бойынша, креативті матрицаны дұрыс шеше алуы бойынша бағаланады.

*Танымдық блокта* (К4-К5), *-*білім алушылар геймфикация әдістері бойынша бағаланады.

*Зертханалық блок* (К6), *-*зертханалық жұмысты дұрыс ұйымдастыра білу мен алынған нәтиженің дұрыстығына қарап бағаланады (кесте 19).

Кесте 19 - Білім алушылардың цифрлы портфолиодағы блоктар бойынша жүзеге асырған жұмыстарын бағалау критерилері

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Өлшем элементтері | Категориялар | Сапасы |
| 1 | 2 | 3 |
| Мен генетика пәні бойынша берілген сурақты анықтай аламын | К1 | 5 |
| Мен берілген мәселелік тапсырмаларды шешу үшін идеяларды ұсына аламын | К2 | 6 |
| Мен мутация бойынша жүргізілетін жобаға мақсат қоя аламын және тапсырмаларды тұжырымдай аламын | К2 | 6 |
| Іс-әрекет нәтижелерін көрнекі түрде көрсету әдістері мен формаларын таңдай аламын | К3 | 9 |
| Мен гипотезамды түсіндіріп,дәлелдей аламын | К3 | 9 |

19 - кестенің жалғасы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| Мен өз зерттеу жұмысымды жоспарлап, ақпаратты әр түрлі формада ұсына аламын: текст, графиктер, диаграммалар т.б.арқылы | К4 | 11 |
| Мен өз жұмысыма талдау жасай аламын | К4 | 11 |
| Мен ең бастысы мутация геноуыттылық туралы жинақталған ақпаратты құрылымдай аламын | К5 | 13 |
| Мен әр түрлі цифрлы дереккөздерден қажетті ақпаратты тауып,іс-әрекет нәтижелерін көрнекі түрде көрсету әдістері мен формаларын таңдай аламын | К6 | 15 |
| Мен зертханада атқарылған жұмыс туралы жазбаша есеп дайындай аламын | К6 | 15 |

(К1-К2-К3)=35% (К4-К5-К6)=65%

К1 = Білу,тану, К2= Түсіну, К3 = Қолдану, К4 = Талдау К5 = Жинақтау, К6 = Бағалау

Топтық бағалау жетістігі = 2(К1×5)+2(К2×6)+2(К3×9)+2(К4×11)+(К5×13)+ (К6×15)=100%

Алынған мәліметтерді скаффолдинг тұжырымдамасымен сипаттамалық сандық талданды. Скаффолдинг нәтижеге жетуде теория мен оқу әрекетін дамытуда бастапқы бағыттаушы фасилитатор болып табылады. Бағалауда бірінші кезеңде студенттер теория мен практика арасындағы нәтижелердің айырмашылықтарын анықтау үшін білімдерін қалыптастырады. Скафоллдингті бақылау нәтижелері жоғарыда берілген (К1-К2-К3)=35% когнитивті меңгеру балл болып есептеледі. деңгейімен тиімді және сәтті байланыстырды. орташа дәлдікте. Скаффолдингтің сәтті байланыстыру (К4-К5-К6)=65% блоктарында анық көрінген. Студенттердің зерттеу дағдыларының қалыптасуын скаффолдингты бағалау сонымен қатар коммуникация, сыни тұрғыдан ойлау, шығармашылық сияқты 21 ғасыр дағдыларында қалыптастырады.

Бақылау тобында оқу процесі дәстүрлі әдістерді пайдалану арқылы жүргізілді. Эксперимент тобындағы студенттердің зерттеу дағдыларының қалыптасу деңгейі және сол мақсатта қолданылған әдістердің тиімділігіне талдау жүргізілді. Эксперименттік топтардың оқу үдерісін ұйымдастыруда қолданылған әдістердің тиімділігі, caпaлық көpceткiштepi және зерттеу дағдыларын анықтау үшін Л.Л Кузина ,В. П. Беспалько, Б. Блума, Ю. Г. Татура ,А. А. Вербицкий, И. А. Зимней, Н. Н. Түлкибаева, А. В. Усованың еңбектеріндегі формулалар қолданылды. Критерилер бойынша берілген кешенді тапсырмаларды орындау барысындағы эксперименттік топпен бақылау тобының нәтижелерін салыстырсақ. Білім алушылардың зерттеу дағдыларының қалыптасу деңгейін әр критерий бойынша 5баллдық шкала бойынша бағалау жүргізілді. Блум таксономиялары коэффициент арқылы белгіленді.

Осы шкаланың негізінде әр критерий бойынша білім алушының зерттеу дағдыларының қалыптасу деңгейлерін ғана емес,құзыреттілік компанентін де бағалауға болады. Зерттеу дағдыларының қалыптасу деңгейін әр критерий бойынша алған балдық бағасының ортақ санын шығарып, соманы осы корсеткіштердің санына бөлеміз. Алынған сан зерттеу дағдыларының қалыптасу деңгейінің балдық бағасы болып есептеледі.

Білім алушыларға жүргізілген тәжірибе-эксперименттік жұмыс барысында алынған сұрақ-жауаптар, бақылау жұмыстарының нәтижелерін салыстырмалы түрде талдай отырып, эксперименттік топтағы білім алушылардың зерттеу дағдыларының қалыптасу деңгейі бақылау топқа қарағанда біршама жоғары болғанын анықтадық (кесте 20).

Кесте 20 - Тәжірибе-эксперименттік жұмыстың талдау нәтижелері

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таксономия коэфициенті | К1-К2 | | | К2-К3 | | | К3-К4 | | | К5-К6 | | |
| Критериилер | Мотивациялық | | | Когнитивті | | | Іскерлік | | | Скаффолдинг | | |
| Деңгейлер | Жоғары | орта | төмен | Жоғары | орта | төмен | Жоғары | орта | төмен | Жоғары | орта | төмен |
| ЭТ(48) | 8 | 5 | 3 | 9 | 6 | 2 | 10 | 8 | 4 | 10 | 8 | 5 |
| БТ(46) | 1,3 | 1,1 | 3,4 | 2 | 1,25 | 1 | 1,7 | 1,1 | 1 | 2 | 1,7 | 1 |
| ЭТ(48) μ | 16 | | | 17 | | | 22 | | | 23 | | |
| БТ(46) μ | 12 | | | 13 | | | 14 | | | 15 | | |
| ЭТ(48)% | 24% | | | 24% | | | 26% | | | 26% | | |
| БТ(46)% | 24% | | | 25% | | | 25% | | | 26% | | |

ЭТ=16(К1К2)+17(К2К3)+22(К3К4)+23(К5К6)=78

БТ=12(К1К2)+13(К2К3)+14(К3К4)+15(К5К6)=54

78>54

Көрнекі көрсету мақсатында диаграммаға саламыз

Сурет 37 - Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларының қалыптасу деңгейі

Кесте мен диаграммадағы мәліметтерді көріп отырғанымыздай 5 балдық бағалау шкаласы бойынша мотивациялық критериде БТ-12, ЭТ-16, Когнитивті критериде БТ-13, ЭТ-17, Іскерлік критериде БТ-14, ЭТ-22, Скаффолдингте БТ-15, ЭТ-23 яғни бақылау тобына қарағанда эксперименттік топтың көрсеткіші 30%жоғарылағаны анықталды.

Жалпы эксперимент барысында алынған мәліметтерге талдау жасалынып, критерилерге негізделген блум деңгейлік көрсеткіштері статистикалық өңдеу барысында дәлелденді. Білім алушылардың зерттеу дағдыларының қалыптастыру бағдарламасы Генетика пәнін толықтырып оқу жоспарына ендірудің мүмкіндіктері анықталды. Зерттеу дағдыларын қалыптастыруда қолданылған зертханалық жұмыстар, *кумулятивті миға шабуыл, бір минуттық рефлексия,* моделдеу арқылы оқыту, *TPACK* негізіндегі *STEM* интеграцияланған оқыту әдісі (*Game‑Based learning(GBL), Problem-based learning әдісі(PBL),* Креативті матрица, цифрлы портфолио әдістерінің білім алушылардың заман талабына сай қабілеттерінің дамуына әсер етуі оқу үдерісін де білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру әдістемесін енгізудің тиімділігін дәлелдейді.

**Екінші бөлім бойынша тұжырым**

«Генетика курсын оқыту барысында білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың әдістемесі» атты екінші тарауда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру төмендегідей міндеттер арқылы жүзеге асырылды.

Білім алушылардың ғылыми біліктілігін дамытуда мотивациялық критерии бойынша зертханалық сабақ жүргізілді. Білім алушылар зертханалық сабақ барысында генотоуыттылықты анықтайтын тест жүйелерімен танысып, кумулятивті миға шабуыл, бір минуттық рефлекция атты логикалық тапсырмаларды орындап, алған әсерлерін, өзіндік ой тұжырымдарымен өзара бөлісті. Білімдерін толықтыру мақсатын да электронды оқу құралын пайдалануды үйренді.

Генетиканы оқытуда когнетивті критерий бойынша ДНҚ штамтарын модельдеу сабағы нәтижесінде студенттердің білімін кеңейтуге, шешім қабылдау, тұжырымдау қабілеттіліктерін арттыруға, өз білімдерін жаңа жағдайға қолдануға, ғылымға деген жеке көзқарасын дамытуға, командамен жұмыс жасауға, бір сөзбен айтқанда заманауи білімді қалыптастырып, педагогтың біліктілігі мен білім алушылардың ынтасын арттырады. Студенттердің жетістіктері бисериальді корреляция коэффициентін есептеу арқылы бағаланды.

*Game‑Based learning(GBL), Problem-based learning әдісі(PBL), Креативті матрица әдістеріне негізделген TPACK -STEM интеграцияланған оқыту* іскерлік критерии бойынша жүзеге асырылды. Білім алушылардың генетиканы меңгеру барысын да зерттеу дағдыларымен бірге заман талабына сай цифрлы білім беру контенттерін, ақпараттық технологияларды игеруіне, креативті ойлау дағдыларының қалыптасуына, зияткерлік дамуына көмектесті. GBL, PBL, Креативті матрица әдістері негізіндегі STEM интеграциясының оқыту бойынша студенттер арасында оң көзқарасты қалыптастырды. Бағалау жұмыстары блум таксономиясына сүйене отырып құрастырылып, Паретто диаграмасымен сипатталды.

Скаффолдингті критерииде білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру барысында қолданылған мотивациялық критерий, когнитивті критерий, іскерлік критерилерінде электронды түрдегі оқу, шығармашылық жеке жетістіктерін, яғни алған білімдерін жинақтап, бағалау үшін цифрлы портфолио құрастырылды. Портфолионың білім беру процесінде қолдану тиімділіктері мен блоктарын бағалау өлшемдері блум таксономясымен (К1-К6) өлшенді.

Білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудағы әдіс-тәсілдердің тиімділігі генетиканы оқытуда тәжірибелік –эксперимент жүргізу нәтижесінде айқындалды.

**ҚОРЫТЫНДЫ**

Диссертациялық зерттеу жұмысы генетиканы оқыту барысында зерттеу дағдыларын қалыптастыруға негізделген.

Сонымен зерттеу барысында қол жеткен нәтижелер мынадай қорытындылар жасауға мүмкіндік береді:

1. Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың ғылыми - теориялық нeгiздepі айқындалды. Генетикадан зерттеу дағдыларын қалыптастыруда отандық және шетелдік ғалымдардың еңбектері негізге алынып, талдау жасалынды. Генетиканы оқытуда зерттеу дағдыларын қалыптастырудың мазмұны мен әдістері сараланды.

2. Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың құрылымдық - мазмұндық моделін жасалды және алғаш рет генетика ғылымы мен педагогика ғылымын байланыстыра отырып, жаңа *Science, Pedagogical Technology Content* (SPTC) термині ұсынылды. Бұл білім беру процесін жаңаша тұрғыдан қарастыруға мүмкіндік береді. Құрылымдық - мазмұндық модель бойынша жүргізілген ғылыми – әдістемелік жұмыстар мен эксперимент нәтижелері генетикадан зерттеу дағдылары қалыптасқан цифрлы технологияны меңгерген, зерттеуші биолог маман қалыптасқанын көрсетеді.

3. Генетикадан білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда Lux-биосенсор ретінде *Escherichia coli* бактерияларын қоршаған ортаның геноуыттылығын анықтауда қолданудың тиімділігі айқындалып , сандық-сапалық талдау жүргізіліп, нәтижесінде «Микроорганизмдер генетикасы» атты электронды оқу құралы құрастырылып, оқу үдерісіне енгізілді.

4. Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудың әдістемесі даярланды. Алғаш рет авторлық куәландырылған ДНҚ штамптарының моделі жасалынып, білім беру процессінде пайдаланылды. «Генетика есептері шешуімен» атты оқу құралы және «Генетика» элективтік курсы бойынша жалпы білім алушыларға арналған оқу бағдарламасы әзірленіп оқу үдерісіне енгізілді.

5. Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру әдістемесінің тиiмдiлiгiн экcпepимeнт жүзiндe тексеріліп, оқу үдерісіне ендірілді. Тәжірибелік - эксперимент жұмысы анықтау және қалыптастыру кезеңдері бойынша жүргізілді. Бұл кезеңдердің зерттеу мәселесі теориялық тұрғыдан талданып, эксперименттік тұрғыдан тексерілді және алынған нәтижелері бойынша ЭТ бастапқы кезеңінде 48%-ды көрсетсе, эксперименттен кейін 78% - ды көрсетіп 30% - ға артты. Бұл көрсеткіштер білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру әдістемесін оқу үдерісінде қолданудың тиімділігін дәлелдейді.

Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын дамытуда қолданылған тәжірибелік –эксперименттік жұмыстар нәтижелеріне сүйене отырып, зерттеудің мақсатына қол жеткізілді, алға қойылған гипотеза расталды, қойылған міндеттер шешілді деген қорытынды жасауға болады. Болашақта осы бағытта жүргізілетін ғылыми зерттеу жұмыстары өз жалағасын табады деп есептейміз.

Жасалынған қорытындылар негізінде мынадай **ұсыныстар** айтуға болады:

* Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастырудағы зерттеу жұмысының нәтижелерін жалпы білім беру жүйесінде, жоғары оқу орындарында, орта білім беру мекемелерінде, педагогтердің біліктілігін жетілдіру курстарында қолдануға болады.
* Генетиканы оқытуда білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыруда әзірленген «Микроорганизмдер генетикасы», «Генетика есептері шешуімен» атты оқу құралын және «Генетика» элективтік курсы бойынша жалпы білім алушыларға арналған оқу бағдарламасын жоғары оқу орындарында, орта білім беру мекемелерінде, педагогтердің біліктілігін жетілдіру курстарында пайдалану қолжетім

# 

# ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Қазақстан Респуликасының Президенті Қ.Тоқаевтың «Тамыз конференциясында» айтылған ұсыныстар мен тапсырмалары. – 2019 <https://strategy2050.kz/news/53640/> 14.08.2023.
2. Халық бірлігі және жүйелі реформалар – ел өркендеуінің берік негізі. Мемлекет басшысы 2021 жылғы 1 қыркүйектегі Қазақстан халқына Жолдауы. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/K2100002021/history> 15.05.2023.
3. Dewey J. The collected works of John Dewey. – DigiCat, 2022. – 120 р.
4. Robinson K., Aronica L. Creative schools: Revolutionizing education from the ground up. – Penguin UK, 2015. – 120 р.
5. Kolb D.A. et al. The Kolb learning style inventory. – Boston: Hay Resources Direct, 2007. – 140 р.
6. Bloom B.S. The new direction in educational research: Alterable variables //The Journal of Negro Education. – 1980. – Vol. 49, №3. – Р. 337-349.
7. Fullan M. The new meaning of educational change. – Teachers college press, 2015. – 140 р.
8. Выготский Л. С. Проблема обучения и умственного развития в школьном возрасте // Эксперимент и инновации в школе. – 2009. – №6. – С. 26-34.
9. Давыдов А.В. И др. Эффективный метод обучения конструирование лабораторной работы // Вестник военного образования. – 2021. – №6(33). – С. 34-40.
10. Бабанский Ю.К. Методы обучения. - М.: Просвещение, 2006. – 180 с.
11. Skatkin M. N. Basic Trends of Research on Problems of Didactics // Soviet Education. – 1967. – Vol. 9, №4. – Р. 9-22.
12. Albert N.B., Robertson E.M., Miall R.C. The resting human brain and motor learning // Current Biology. – 2009. – Vol. 19, №12. – Р. 1023-1027.
13. Allison B. et al. Research skills for students. – Routledge, 2016. – 150 р.
14. Murtonen M., Balloo K. (ed.). Redefining scientific thinking for higher education: Higher-order thinking, evidence-based reasoning and research skills. – Springer Nature, 2019. – 150 р.
15. Белоусова Ю.Д., Солощенко М.Ю. Организация исследовательской и проектной деятельности обучающихся основной школы // Modern Science. – 2020. – №4(2). – С. 133-136.
16. Марголина Н.Л., Ширяев К.Е. Построение графиков функций в свете формирования исследовательских навыков // Образовательная деятельность вуза в современных условиях. – 2016. - №1. – С. 21-21.
17. Любомирская Н.В., Рудик Е.Л., Хоченкова Т.Е. Смешанное обучение как механизм формирования навыков проектной и исследовательской деятельности учащихся // Исследователь Researcher. – 2019. – №3(27). – С. 165-180.
18. Короткова Т.Б., Поддубная Н.Я., Иванова Е.С. Формирование исследовательской среды и исследовательских навыков студентов-биологов в текущем учебном процессе // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2016. – №5(74). – С. 137-141.
19. Смирнова Н.З., Бережная О.В. Диагностика формирования исследовательской компетенции учащихся на основе познавательных универсальных учебных действий при обучении биологии в VI классе //Казанский педагогический журнал. – 2015. – №6(2). – С. 372-376.
20. Куксина Д.К., Салчак Ш.И. Значение экскурсий в организации научно-исследовательских работ по биологии // Естественные науки и образование: достижения и перспективы. – 2018. - №1. – С. 61-63.
21. Магомедова М.А. и др. Закономерности наследования и их изучение в школьном курсе биологии / отв. ред. Атаев З.В. – Алматы, 2021. – 120 с.
22. Яицкий А.С. Некоторые подходы к развитию исследовательских навыков студентов-будущих учителей биологии-средствами зоологического музея // Эколого-географические проблемы регионов России. – 2017. - №1. – С. 399-402.
23. Слепцова В.П. Формирование исследовательских навыков учащихся во внеурочной деятельности по биологии // Исследователь Researcher. – 2020. – №2(30). – С. 202-206.
24. Чаадаева Н.Н., Кондрашова И.Н., Кондыкова Н.Н. Учебная практика как форма развития первичных профессиональных и научно-исследовательских умений и навыков студентов бакалавриата по естественнонаучным направлениям подготовки // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия Гуманитарные и социальные науки. – 2018. – №3(80). – С. 426-429.
25. Ефимова Т.М. и др. Использование цифровых лабораторий по биологии для обеспечения новых образовательных результатов в подготовке учителя биологии // Педагогическое образование и наука. – 2021. – №3. – С. 27-32.
26. Теремов А. Методология исследовательской деятельности в образовании. – Litres, 2022.- 140 с.
27. Давыдов В.Н., Вахрушева А.М. Историко-генетический подход к формированию исследовательских умений школьников. Актуальные проблемы химического и биологического образования. – Алматы, 2022. – С. 75-77.
28. Трубачева А.Е. Подготовка талантливой молодежи к исследовательской деятельности в условиях непрерывного образования // Инновационная научная современная академическая исследовательская траектория. – 2022. – №1(9). – С. 103-114.
29. Тимощенко С.Е. Формирование исследовательских навыков на уроках биологии и на дополнительных занятиях творческого объединения" школа юного исследователя": практика реализации образовательных инноваций (из собственного опыта работы). Актуальные вопросы развития профессионализма педагогов в современных условиях. – Алматы, 2018. – С. 166-172.
30. Сагадиева К.Б. Командалық жұмыс педагогтың зерттеу дағдысын қалыптастыру шарты ретінде. – Алматы, 2021. – 112 б.
31. Маратқызы М. Мектеп оқушыларының зерттеушілік дағдыларын дамыту. – Алматы, 2022. – 136 б.
32. Рамазанова А.А. Биолог студенттердің зерттеушілік құзыреттілігін қалыптастыруда зертханалық жұмыстың маңызы // Bulletin of the Karaganda university Pedagogy series. – 2019. – Т. 96, №4. – Б. 86-96.
33. Аманбаева М.Б. КазНПУ имени Абая, Казахстан модель методической системы организации развития исследовательской деятельности при подготовке будущих учителей-биологов / редакционная коллегия. – Алматы, 2000. - С. 19.
34. Токпаев К.М., Канаева З.К., Ярошенко О.Г. Оқушылардың зерттеу құзыреттілігін биологияны оқыту арқылы қалыптастыру // Вестник КазНПУ имени Абая, серия «Педагогические науки». – 2021. – Т. 70, №2. – Б. 86-91.
35. Нурдильдинова А.М. и др. ҒТАХР: 14.07.09 Биология сабақтарында оқушылардың зерттеу құзыреттіліктерін қалыптастыру / бас редактор. – Алматы, 2001. - 73 б.
36. Бостанова А.М., Саттарбаева А.Т. Студенттерге ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу әдістемесін үйретудің педагогикалық негіздері (зоология пәні мысалында) // Вестник университета Ясави. – 2022. – Т. 3, №125. – Б. 188-199.
37. Hickey D.T. et al. Integrating curriculum, instruction, assessment, and evaluation in a technology-supported genetics learning environment // American Educational Research Journal. – 2003. – Vol. 40, №2. – Р. 495-538.
38. Shim K.C. et al. Application of virtual reality technology in biology education //Journal of Biological education. – 2003. – Vol. 37, №2. – Р. 71-74.
39. Flatt T., Heyland A. (ed.). Mechanisms of life history evolution: the genetics and physiology of life history traits and trade-offs. – Oxford university press, 2011. – 140 р.
40. Gayon J. From Mendel to epigenetics: History of genetics // Comptes rendus biologies. – 2016. – Vol. 339, №7-8. – Р. 225-230.
41. Жошибекова Б.С., Сартаева А.А. 24 Кasim başöğretmen uluslararasi eğitim ve yenilikçi bilimler sempozyumu. - Ankara, 2019. – 150 р.
42. Maienschein J., Garland Allen, Thomas Hunt Morgan. Development // Journal of the History of Biology. – 2016. – Vol. 49. – Р. 587-601.
43. Шрёдингер Э. Что такое жизнь? – Litres, 2022. – 120 р.
44. Каменева К.С., Михиенко А.А. Роль мутации в эволюции живой природы. XX Ломоносовские чтения. – Алматы, 2018. – С. 69-70.
45. Zhoshibekova B.S., Syzdykova M.N., Sartaeva A.A. Ancient hereditary theory // Заманауи жастардың ғылыми пікір таласы: өзекті мәселелері, жетістіктері және инновациялары» атты дәстүрлі VІ республикалық ғылыми-тәжірибелік конференция жинағы. – Алматы, 2019. – 140 б.
46. Pribadi A. Beadle's One Gene-One Enzyme Hypothesis // Embryo Project Encyclopedia. – 2016. - №1. – Р. 16-25.
47. Murray A. Salvador Luria and Max Delbrück on random mutation and fluctuation tests // Genetics. – 2016. – Vol. 202, №2. – Р. 367-368.
48. Летаров А.В. История ранних исследований бактериофагов и появление ключевых концепций в вирусологии // Биохимия. – М., 2020. – Т. 85. – С. 1093-1112.
49. Ермолаев А. И. Этапы становления и развития генетики в Казанском университете // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. – 2017. – Т. 159, №2. – С. 179-205.
50. Инге-Вечтомов С.Г., Бузовскина И.С. Система генетического образования. Опыт Санкт-Петербургского университета // Письма в Вавиловский журнал. – 2016. – Т. 2, №2. – С. 26-31.
51. Smith M.K., Wood W.B. Teaching genetics: Past, present, and future //Genetics. – 2016. – Vol. 204, №1. – Р. 5-10.
52. Джунусова Р.Ж., Айдарбаева Д.К., Саримбаева Б.Б. Білім алушылардың генетикалық білімін дамыту мәселесінің өзіндік жұмыстарды ұйымдастырудағы көрінісі // Вестник Казахского национального женского педагогического университета. – 2021. – №2. – Б. 55-66.
53. Aidarbaeva D., Azizova I., Dzhunusova R. Osobennosti obucheniya genetiki v pedagogicheskom vuze v usloviyakh poliyazychiya. – 2018. – 120 р.
54. Сартбаева Ж. Б., Ермекбаев К. А. Заманауи генетикалық білім берудің ғылыми сауатты қоғам қалыптастырудағы маңызы // Известия. Серия: Педагогические науки. – 2024. – Т. 72, №1. – Б. 16-27.
55. Мукашева Д.М. Студенттердің зерттеушілік құзіреттілігін қант құмайы сұрыптарын физиологиялық-генетикалық талдау негізінде қалыптастыру. – Алматы: Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, 2022. – 130 б.
56. Байбеков Е. Жоғары сыныптарда «Генетика және сұрыптау негіздері» тарауына оқытуда жаңа әдістерді пайдалану // Вестник Северо-Казахстанского Университета им. М. Козыбаева. – 2021. – №2(39). – Б. 23-27.
57. Əбдіғали Е.Қ., Исакова Д. Т. Молекулалық биология жəне генетика тарауларының мектеп бағдарламасында оқытылуын жүзеге асыру. – Алматы, 2023. - 130 б.
58. Вардуни Т.В. Проблемы и перспективы преподавания генетики в педагогическом вузе // Образование. Наука. Инновации: Южное измерение. – 2009. – №1. – С. 33-36.
59. Жошибекова Б.С. Болашақ биолог мамандарды генетикалық білім алуында жаңартылған білім беру технологияларын қолдану «Рухани жаңғыру» бағдарламасының 3 жылдығы аясында Қыздар университетінің құрметті профессоры, доцент Р.Сәтімбековтың туғанына 80 жыл толуына орай ұйымдастырылған «Білім, ғылым, инновация: Рухани жаңғыру діңгегі» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары. – Алматы, 2020. - 150 б.
60. Сартаев А.С., Сартаева А.А., Жошибекова Б.С. Жаңартылған білім беру мазмұны бойынша биология пҽнін оқыту негіздері«Рухани жаңғыру» бағдарламасының 3 жылдығы аясында Қыздар университетінің құрметті профессоры, доцент Р.Сәтімбековтың туғанына 80 жыл толуына орай ұйымдастырылған «Білім, ғылым, инновация // Рухани жаңғыру діңгегі» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары. – Алматы, 2020. – 160 б.
61. Snustad D.P., Simmons M.J. Principles of genetics. – John Wiley & Sons, 2015. – 160 р.
62. Хага С.Б. Учебные ресурсы по генетике // Nature Reviews Genetics. – 2006. – Т. 7, №3. – С. 223-229.
63. Woody S., Himelblau E. Understanding & teaching genetics using analogies //The American Biology Teacher. – 2013. – Vol. 75, №9. – Р. 664-669.
64. 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.
65. Седых Т.А. и др. Современное генетическое образование: насколько оно отвечает запросам студентов? // Высшее образование в России. – 2022. – №3. – С. 124-139.
66. Амирова Л.А. и др. Концептуализация генетического образования в эпоху глобализации // Век глобализации. – 2022. – №2(42). – С. 114-125.
67. Алексеев В.В. Значение генетического образования при подготовке бакалавров в вузе // Теоретические и прикладные аспекты естественнонаучного образования. – 2020. - №1. – С. 11-14.
68. Жошибекова Б. С. и др. Генотоксикалық зерттеулерді қолдану негізінде генетиканы оқыту әдісі // Iasaýı ýnıversıtetіnіń habarshysy. – 2022. – Т. 4, №126. – Б. 362-374.
69. Абилев С., Глазер В. Мутагенез с основами генотоксикологии. – Litres, 2021. – 116 б.
70. Auerbach C. Mutation research: problems, results and perspectives. – Springer, 2013. – 180 р.
71. Абилев С.К., Глазер В.М. Генетическая токсикология: итоги и проблемы //Генетика. – 2013. – Т. 49, №1. – С. 81-81.
72. Абилев С., Глазер В. Мутагенез с основами генотоксикологии. – Litres, 2021. – 130 с.
73. Дуброва Ю.Е. Индукция мутаций в половых клетках человека и мышей //Генетика. – 2016. – Т. 52, №1. – С. 24-24.
74. Багацкая Н.В., Ковалёва В.И. Влияние мутагенов на уровень аберраций хромосом в лимфоцитах крови потомков участников аварии на чернобыльской атомной станции // Охрана здоровья детей и подростков. – 2020. – №1. – С. 8-12.
75. Elgazzar A.H., Kazem N. Biological effects of ionizing radiation //The pathophysiologic basis of nuclear medicine. – 2015. - №1. – Р. 715-726.
76. Wang L. et al. Repeat-induced point mutation in Neurospora crassa causes the highest known mutation rate and mutational burden of any cellular life // Genome biology. – 2020. – Vol. 21. – Р. 1-23.
77. Берсімбай Р.I. Генетика: оқулық. – Astana: Л.N. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 2015. – 120 б.
78. Lewis R. Human genetics: concepts and applications. – Twelfth edition. - New York: McGraw-Hill Education, 2018. - 216 p.
79. Harrison P.T., Vyse S., Huang P.H. Rare epidermal growth factor receptor (EGFR) mutations in non-small cell lung cancer // Seminars in cancer biology. – Academic Press, 2020. – Vol. 61. – P. 167-179.
80. Абилев С.К., Глазер В.М. Генетическая токсикология: итоги и проблемы // Генетика. – 2013. – Т. 49, №1. – С. 81-81.
81. Ушаков В.Ю. SOS-система репарации ДНК у бактерий (обзор) // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2010. – №2. – С. 19-30.
82. Жошибекова Б. С. и др. Генотоксикалық зерттеулерді қолдану негізінде генетиканы оқыту әдісі // Iasaýı ýnıversıtetіnіń habarshysy. – 2022. – Т. 4, №126. – Б. 362-374.
83. Жошибекова Б.С. Мутагендердің генотоксикалығын зерттеу әдістеріне шолу // «Жалпы ғылым мен білімнің жаршысы» Республикалық ғылыми журналы. – 2021. - №3(4-5). – Б. 15-29.
84. Баженов С.В. и др. Арал теңізінің люминесцентті микрофлорасы //Микробиология және вирусология. – 2024. – Т. 1, №44. – С. 146-157.
85. Ловинская А.В. и др. Генотоксическое действие пестицида фипронила на соматические и генеративные клетки мышей // Генетика. – 2016. – Т. 52, №5. – С. 561-561.
86. Panno M.L., Giordano F. Effects of psoralens as anti-tumoral agents in breast cancer cells // World journal of clinical oncology. – 2014. – Vol. 5, №3. – Р. 348.
87. Bankmann M., Brendel M. Molecular dosimetry of 8-MOP+ UVA-induced DNA photoadducts in Saccharomyces cerevisiae: correlation of lesions number with genotoxic potential // Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology. – 1989. – Vol. 4, №1. – Р. 57-74.
88. Pitzanti G. et al. Transcutol® P containing SLNs for improving 8-methoxypsoralen skin delivery // Pharmaceutics. – 2020. – Vol. 12, №10. – Р. 973.
89. Tamaro M. et al. Genotoxic activity of some water-soluble derivatives of 5-methoxypsoralen and 8-methoxypsoralen // Carcinogenesis. – 1986. – Vol. 7, №4. – Р. 605-609.
90. Игонина Е. В. и др. Изучение индукции 8-метоксипсораленом (8-MOП) SOS-ответа у бактерий Escherichia coli // Хабаршы. – 2020. - №1. – С. 44.
91. Свиридова Д.А. и др. Изучение механизма генотоксичности диоксидина с помощью lux-биосенсоров Esсherichia coli // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2020. – Т. 60, №6. – С. 595-603.
92. Vernaya O.I. et al. Cryochemical modification, activity, and toxicity of dioxidine // Russian Journal of Physical Chemistry A. – 2017. – Vol. 91, №2. – Р. 229-232.
93. Сычева Л. П. и др. Изучение мутагенной активности диоксидина полиорганным микроядерным методом // Вестник экспериментальной биологии и медицины. – 2004. – Т. 138, №8. – С. 165-167.
94. Орджоникидзе К.Г. и др. Сравнительное изучение ДНК-повреждающей активности эпихлоргидрина с помощью биосенсоров Escherichia coli и методом ДНК-комет на мышах // Генетика. – 2021. – Т. 57, №9. – С. 1031-1038.
95. Machigov E.А., Zhoshibekov В.С., Abilev S.K. Изучение генотоксичности глифосата и продуктов его обработки уфизлучением и озонированием с помощью биосенсора escherichia coli pcold–lux молодой учёный // Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2024. – 212 с.
96. Ovejero S., Soulet C., Moriel-Carretero M. The alkylating agent methyl methanesulfonate triggers lipid alterations at the inner nuclear membrane that are independent from its DNA-damaging ability // International Journal of Molecular Sciences. – 2021. – Vol. 22, №14. – Р. 7461.
97. Novoyatlova U.S. et al. The Assessment of Methyl Methanesulfonate Absorption by Amphipods from the Environment Using Lux-Biosensors // Biosensors. – 2024. – Vol. 14, №9. – Р. 427.
98. Zhoshibekov В.С., Machigov E.А., Abilev S.K. Сравнительное изучение генотоксичности метилметанмсульфоната и эпихлоргидрина с помощью биосенсоров Escherichia coli. – 2000. – 160 с.
99. Hestenes D. Modeling methodology for physics teachers // AIP conference proceedings. – American Institute of Physics, 1997. – Vol. 399, №1. – Р. 935-958
100. Clark D.C., Mathis P.M. Modeling mitosis & meiosis: A problem-solving activity // The American Biology Teacher. – 2000. - №1. – Р. 204-206.
101. Harrison A.G., Treagust D.F. A typology of school science models //International journal of science education. – 2000. – Vol. 22, №9. – Р. 1011-1026.
102. Saidova K. Organizational and pedagogical features of educational quality control system in advanced foreign countries // Berlin Studies Transnational Journal of Science and Humanities. Pedagogical sciences. – 2022. – Vol. 2, №1. – Р. 5.
103. Непрокина И.В. Метод моделирования как основа педагогического исследования // Теория и практика общественного развития. – 2013. – №7. – С. 61-64.
104. Лодатко Е.А. Типология педагогических моделей // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Педагогика, психология. – 2023. – №1. – С. 126-128.
105. Касымова Г.М. Формирование коммуникативной компетентности будущих переводчиков в условиях многоаспектной деятельности: дис. ... канд. биол. наук: 13.00.08. – Алматы, 2005. – 139 с.
106. Изделеуова А.Б. Развитие ключевых компетенции старшеклассников в процессе домашних учебных занятий. – Алматы, 2007. – 105 с.
107. Новикова Е.В. Формирование исследовательской компетенции будущих бакалавров-биотехнологов в процессе внеучебной деятельности. – Алматы, 2015. – 120 с.
108. Рашидова М.Х. Теория “Зона ближайшего развития” ЛС Выгодского и технология скаффолдинг как основные понятия лингвометодической поддержки в обучении курсантов английскому языку // Science and Education. – 2023. – Т. 4, №1. – С. 688-695.
109. Дубинина Г.А. Гуманитарные науки. Вестник финансового университета // Гуманитарные науки. – 2022. – Т. 12, №1. – С. 51-55.
110. Acosta-Gonzaga E., Ramirez-Arellano A. Scaffolding Matters? Investigating Its Role in Motivation, Engagement and Learning Achievements in Higher Education // Sustainability. – 2022. – Vol. 14, №20. – Р. 13419.
111. Маратқызы М. Мектеп оқушыларының зерттеушілік дағдыларын дамыту. – Алматы, 2022. – 150 б.
112. Laidlaw A. et al. Developing research skills in medical students: AMEE Guide // Medical teacher. – 2012. – Vol. 34, №9. – Р. 754-771.
113. Ashirbayev N. Et al. Математикадан олимпиадалық тапсырмаларды шешуде оқушылардың зерттеушілік дағдысын қалыптастыру // A. Âsaui atyndaġy Halyk̦aralyk̦ k̦azak̦-tùrìk universitetìnìn̦ habaršysy. – 2020. - №124. – Б. 221-232.
114. Murtonen M. et al. Do I need research skills in working life?: University students’ motivation and difficulties in quantitative methods courses // Higher Education. – 2008. – Vol. 56. – Р. 599-612
115. Uktamovna K.L. Mastering educational and research skills in a foreign language // Innovative Technologica: Methodical Research Journal. – 2022. – Vol. 3, №10. – Р. 70-75.
116. Stokking K. et al. Teachers' assessment of students' research skills //British educational research journal. – 2004. – Vol. 30, №1. – Р. 93-116.
117. Токпаев К.М., Канаева З.К., Ярошенко О.Г. Оқушылардың зерттеу құзыреттілігін биологияны оқыту арқылы қалыптастыру // Вестник КазНПУ имени Абая, серия «Педагогические науки». – 2021. – Т. 70, №2. – Б. 86-91.
118. Fuster Guillén D.E., Santa María Relaiza H.R. S. New functional model of research skills in social problem solving // International Journal of Early Childhood Special Education. – 2020. – Vol. 12, №1. – Р. 16-24.
119. Пичугина Л.Н. Исследовательская деятельность в подготовке будущих учителей музыки. – М., 2015. – 190 с.
120. Nurova O.S. Research skills formed by students through the teaching of general subjects // Journal of Pedagogical Inventions and Practices. – 2022. – Vol. 5. – Р. 150-153.
121. Izatulloyevich O. F. Methods of teaching natural sciences to primary school pupils on the basis of a competent // Palarch's Journal Of Archaeology Of Egypt/Egyptology. – 2020. – Vol. 17, №6. – Р. 14520-14539..
122. Clarkeburn H. et al. Teaching biology students transferable skills //Journal of Biological Education. – 2000. – Vol. 34, №3. – Р. 133-137.
123. Cossa E.F.R., Uamusse A.A. Effects of an in-service program on biology and chemistry teachers’ perception of the role of laboratory work // Procedia-Social and Behavioral Sciences. – 2015. – Vol. 167. – Р. 152-160.
124. Ottander C., Grelsson G. Laboratory work: the teachers' perspective //Journal of Biological Education. – 2006. – Vol. 40, №3. – Р. 113-118.
125. Henderson D., Fisher D., Fraser B. Interpersonal behavior, laboratory learning environments, and student outcomes in senior biology classes // Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching. – 2000. – Vol. 37, №1. – Р. 26-43.
126. Hott A.M. et al. Genetics content in introductory biology courses for non-science majors: Theory and practice // BioScience. – 2002. – Vol. 52, №11. – Р. 1024-1035.
127. Huda M. et al. Exploring innovative learning environment (ILE): big data era // International Journal of Applied Engineering Research. – 2017. – Vol. 12, №17. – Р. 6678-6685.
128. Kalyani D., Rajasekaran K. Innovative teaching and learning // Journal of applied and advanced research. – 2018. – Vol. 3, №1. – Р. 23-25.
129. Roehrig G.H. et al. Beyond the basics: a detailed conceptual framework of integrated STEM // Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research. – 2021. – Vol. 3, №1. – Р. 1-18.
130. Liu Z. Y., Shaikh Z., Gazizova F. Using the concept of game-based learning in education // International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET). – 2020. – Vol. 15, №14. – Р. 53-64.
131. Moust J., Bouhuijs P., Schmidt H. Introduction to problem-based learning. – Routledge, 2021. – 185 р.
132. Greene J.A. et al. Modeling temporal self-regulatory processing in a higher education biology course // Learning and Instruction. – 2021. – Vol. 72. – Р. 101-201.
133. Умиралиева Б.K., Сапарбаева З.A. Сабақтың тиімділігін арттыратын 370әдіс+саралаудың 100тәсілі: әдістемелік нұсқаулық. - Шымкент: «Нұрдана-LTD» баспасы, 2018. – 160 б.
134. Maass K. et al. Different ways to implement innovative teaching approaches at scale // Educational Studies in Mathematics. – 2019. – Vol. 102. – Р. 303-318.
135. Çelik K. The relationship between individual innovativeness and self-efficacy levels of student teachers // International Journal of Scientific Research in Education. – 2013. – Vol. 6, №1. – Р. 56-67.
136. Portuguez-Castro M., Hernández-Méndez R.V., Peña-Ortega L.O. Novus Projects: Innovative Ideas to Build New Opportunities upon Technology-Based Avenues in Higher Education // Education Sciences. – 2022. – Vol. 12, №10. – Р. 695.
137. Cao C., Shang L., Meng Q. Applying the job demands-resources model to exploring predictors of innovative teaching among university teachers // Teaching and Teacher Education. – 2020. – Vol. 89. – Р. 103009.
138. Yilmaz O., Bayraktar D.M. Teachers’ attitudes towards the use of educational technologies and their individual innovativeness categories // Procedia-social and behavioral sciences. – 2014. – Vol. 116. – Р. 3458-3461.
139. Catusse N. et al. Innovative ideas for teaching supports: Application to Graph theory // arXiv preprint arXiv:2209.05078. – 2022. – 150 р.
140. Numonjonov S.D. Innovative methods of professional training //ISJ Theoretical & Applied Science. – 2020. – Vol. 1, №81. – Р. 747-750.
141. Olimov S. S. The innovation process is a priority in the development of pedagogical sciences // European Journal of Research Development and Sustainability. – 2021. – Vol. 2, №3. – Р. 86-88.
142. Stukalenko N.M. et al. Studying innovation technologies in modern education // International journal of environmental and science education. – 2016. – Vol. 11, №15. – Р. 7297-7308.
143. Shute V.J., Becker B.J. Innovative assessment for the 21st century. – New York: Springer, 2010. – 170 р.
144. Riyanto R. et al. The new face of digital books in genetic learning: A preliminary development study for students' critical thinking // International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online). – 2020. – Vol. 15, №10. – Р. 175.
145. Reddy P., Sharma B., Chaudhary K. Digital literacy: A review of literature //International Journal of Technoethics (IJT). – 2020. – Vol. 11, №2. – Р. 65-94.
146. Laugksch R.C. Scientific literacy: A conceptual overview // Science education. – 2000. – Vol. 84, №1. – Р. 71-94.
147. Bangun W. et al. The effect of blended project-based learning for enhancing student’s scientific literacy skills: An experimental study in University //Pegem Journal of Education and Instruction. – 2023. – Vol. 13, №1. – Р. 223-233.
148. Julie H., Alyson H., Anne-Sophie C. Designing digital literacy activities: an interdisciplinary and collaborative approach // 2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). – IEEE, 2020. – Р. 1-5.
149. Yustika G. P., Iswati S. Digital literacy in formal online education: A short review //Dinamika Pendidikan. – 2020. – Vol. 15, №1. – Р. 66-76.
150. Zubaidah S., Angraini E., Susanto H. TPACK-based Active Learning to Promote Digital and Scientific Literacy in Genetics // Pegem Journal of Education and Instruction. – 2023. – Vol. 13, №2. – Р. 50-61.
151. Angraini E. et al. Enhancing creativity in genetics using three teaching strategies-based TPACK model // Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education. – 2022. – Vol. 18, №12. – Р. 2196.
152. Sayers E.W. et al. Database resources of the national center for biotechnology information // Nucleic acids research. – 2010. – Vol. 39, №1. – Р. 38- 51.
153. Рамазанова А.А., Ерназарова Г.И., Турашева С.К. Биолог студенттердің зерттеушілік құзыреттілігін қалыптастыру мәселелері: оқу-әдістемелік құрал. – Алматы: «Офсет» б-сы, 2020. - 63 б.
154. Blumberg R. B. MendelWeb. – 2010.
155. Tang B. et al. Web resources for model organism studies // Genomics, proteomics & bioinformatics. – 2015. – Vol. 13, №1. – Р. 64-68.
156. Horwitz P. et al. If We Build It, Will They Learn? An Analysis of Students’ Understanding in an Interactive Game During and After a Research Project //Technology, Knowledge and Learning. – 2022. - №1. – Р. 1-15.
157. Kabanova S. et al. Gene expression analysis of human red blood cells //International journal of medical sciences. – 2009. – Vol. 6, №4. – Р. 156.
158. Kosinski R.J., Weinbrenner D.R., Cross M.G. Extraction, sequencing, and analysis of mitochondrial DNA // Assoc Biol Lab Educ. – 2008. – Vol. 29. – Р. 137-166.
159. Shen E. Gene Almanac: Dolan DNA Learning Center and Cold Spring Harbor Laboratory http://vector. cshl. org //Pharmacogenomics. – 2001. – Vol. 2, №4. – Р. 417-419.
160. Filimban G. Using web-based material to support secondary science curriculum. – 2005.
161. Palleschi J., Frymire D. High School Biology Websites // Phi Delta Kappan. – 2007. – Vol. 88, №10. – Р. 3.
162. Powell B. et al. An Introduction to Heredity part 1 // Science and Children. – 2018. – Vol. 55, №6. – Р. 36-41.
163. Tushnet N. et al. An Evaluation of the Impact of Adoption and Use of the Office of Science Education at the National Institutes of Health Curriculum Supplements on Students' Scientific. – Knowledge, 2000. – 150 р.
164. Grobman H. Evaluation in the biological sciences curriculum study 1958-65 //The role of evaluators in curriculum development. – Routledge, 2018. – Р. 23-48
165. Driessnack M. Growing up at the intersection of the genomic era and the information age // Journal of Pediatric Nursing. – 2009. – Vol. 24, №3. – Р. 189-193.
166. Garçon N., Chomez P., Van Mechelen M. GlaxoSmithKline Adjuvant Systems in vaccines: concepts, achievements and perspectives // Expert review of vaccines. – 2007. – Vol. 6, №5. – Р. 723-739.
167. Barlow-Stewart K. et al. Toward cultural competence in cancer genetic counseling and genetics education: lessons learned from Chinese-Australians //Genetics in Medicine. – 2006. – Vol. 8, №1. – Р. 24-32.
168. Gutzman K.E., Vana M.L., Holmes K.L. Libraries and genomics: providing support to health care providers and consumers // Missouri medicine. – 2014. – Vol. 111, №5. – Р. 408.
169. Pagon R.A. et al. GeneTests‐GeneClinics: Genetic testing information for a growing audience // Human mutation. – 2002. – Vol. 19, №5. – Р. 501-509.
170. Hamosh A. et al. Online Mendelian inheritance in man (OMIM®): victor McKusick's magnum opus // American Journal of Medical Genetics Part A. – 2021. – Vol. 185, №11. – Р. 3259-3265.
171. Liu Y. et al. Text mining functional keywords associated with genes //Medinfo 2004. – IOS Press, 2004. - №1. – Р. 292-296.
172. Temtamy S.A. The development of human genetics at the National Research Centre, Cairo, Egypt: a story of 50 years // Annual Review of Genomics and Human Genetics. – 2019. – Vol. 20. – Р. 1-19.
173. Gupta P.K. Teaching genetics in India: Problems and possible solutions //Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. – 2019. – Vol. 79, №1. – Р. 326-339.
174. Yang J. et al. Students being and becoming scientists: measured success in a novel science education partnership // Palgrave communications. – 2016. – Vol. 2, №1. – Р. 1-9.
175. Riviello R. et al. Role of collaborative academic partnerships in surgical training, education, and provision // World journal of surgery. – 2010. – Vol. 34. – Р. 459-465.
176. Bonham V.L., Green E.D. The genomics workforce must become more diverse: a strategic imperative // The American Journal of Human Genetics. – 2021. – Vol. 108, №1. – Р. 3-7.
177. Alliance G. et al. Understanding genetics: a New York, mid-Atlantic guide for patients and health professionals. – 2009. – 150 р.
178. Mittman I.S., Downs K. Diversity in genetic counseling: past, present and future // Journal of Genetic Counseling. – 2008. – Vol. 17. – Р. 301-313.
179. King H. Maryland and Virginia unite at 2007 mid-Atlantic bio conference //Journal of Commercial Biotechnology. – 2008. – Vol. 14, №2. – Р. 16-28.
180. Leahy S. et al. BioSense Network: Exploring biotechnology through computational microscopes // Society for Information Technology & Teacher Education International Conference. – Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2022. – Р. 929-932.
181. Pompoco C.J. et al. Summary of Utah Project on Exfoliation Syndrome (UPEXS): Using a large database to identify systemic comorbidities // BMJ open ophthalmology. – 2021. – Vol. 6, №1. – Р. 803.
182. Traum M.J. et al. Interconnecting the Mechanical Engineering Curriculum Through An Integrated Multicourse Model Rocketry Project // ASEE Annual Conference & Exposition. – 2013. - №1. – Р. 23.
183. Waddington C.H. An introduction to modern genetics. – Routledge, 2016. – 190 р.
184. Haambokoma C. Nature and causes of learning difficulties in genetics at high school level in Zambia // Journal of International Development and Cooperation. – 2007. - Vol. 13, №1. – Р. 1-9.
185. Cebesoy U.B., Oztekin C. Genetics literacy: Insights from science teachers’ knowledge, attitude, and teaching perceptions // International Journal of Science and Mathematics Education. – 2018. – Vol. 16. – Р. 1247-1268.
186. Hutchinson A. et al. Genetic counseling in middle school science club: A pilot study // Journal of STEM outreach. – 2019. – Vol. 2, №1. – Р. 16-29.
187. Madeira F. et al. Search and sequence analysis tools services from EMBL-EBI in 2022 // Nucleic acids research. – 2022. – Vol. 50, №1. – Р. 276-279.
188. Booth J.M., Garrett J.M. Instructors' practices in and attitudes toward teaching ethics in the genetics classroom // Genetics. – 2004. – Vol. 168, №3. – Р. 1111-1117.
189. Stem-білім берудің әлемде және Қазақстанда дамуы <https://tilmedia.kz/kk/info/134> 27.11.2022.
190. [STEM-мектеп оқушыларын оқытудың жаңа әдістемесі https://bilimainasy.kz/stem 24.11.2022](file:///C:\Users\batayeva.d\Downloads\STEM-мектеп%20оқушыларын%20оқытудың%20жаңа%20әдістемесі%20%20https:\bilimainasy.kz\stem%20%2024.11.2022).
191. Adkins S.J., Rock R.K., Morris J.J. Interdisciplinary STEM education reform: dishing out art in a microbiology laboratory // FEMS microbiology letters. – 2018. – Vol. 365, №1. – P. 245.
192. Sanders M.E. Stem, stem education, stemmania. – 2008. - Vol. 1. – P. 53.
193. Merrill C., Daugherty J. The future of TE masters degrees: STEM. – 2009.-Vol. 11. - P. 68.
194. Sirajudin N. et al. Developing creativity through STEM education // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2021. – Vol. 1806, №1. – P. 12211.
195. Brown R. et al. Understanding STEM: current perceptions // Technology and Engineering Teacher. – 2011. – Vol. 70, №6. – P. 5.
196. Cooper M.M. et al. O transform STEM learning // Science. – 2015. – Vol. 350, №6258. – P. 281-282.
197. Pho A., Dinscore A. Game-based learning // Tips and trends. – 2015. - №1. – Р. 16-24.
198. Rachmatullah A. et al. Modeling secondary students’ genetics learning in a game-based environment: Integrating the expectancy-value theory of achievement motivation and flow theory // Journal of Science Education and Technology. – 2021. – Vol. 30. – Р. 511-528.
199. Savery J.R. Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions // Essential readings in problem-based learning: Exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows. – 2015. – Vol. 9, №2. – Р. 5-15.
200. Choden T., Kijkuakul S. Blending Problem Based Learning with Scientific Argumentation to Enhance Students' Understanding of Basic Genetics // International Journal of Instruction. – 2020. – Vol. 13, №1. – Р. 445-462.
201. Araz G., Sungur S. Effectiveness of problem‐based learning on academic performance in genetics // Biochemistry and Molecular Biology Education. – 2007. – Vol. 35, №6. – Р. 448-451.
202. Baykhodzhayeva A. Effectiveness of using" the creative matrix" method in studying foreign languages to students. – 2021. – 183 р.
203. Jibrin A.G., Mari J.S., Zayum S.D. Improving the Academic Achievement and Creativity of Nigerian Students‟ in Colleges of Education in Genetics using Problem-solving Instructional Strategy. – 2014. – 120 р.
204. Stepanyuk A.V. et al. Integrated use of the LearningApps. org resourse and information devices in the process of biology school course studying // Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology. – 2022. – Vol. 2. – Р. 452-465.
205. Razali N. et al. Gamification elements in Quizizz applications: Evaluating the impact on intrinsic and extrinsic student’s motivation // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – Vol. 917, №1. – Р. 012024.
206. Sadler T. D., McKinney L. Scientific Research for Undergraduate Students: A Review of the Literature // Journal of College Science Teaching. – 2010. – Vol. 39, №5. – Р. 4-40.
207. Marbach‐Ad G., Rotbain Y., Stavy R. Using computer animation and illustration activities to improve high school students' achievement in molecular genetics // Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching. – 2008. – Vol. 45, №3. – Р. 273-292.
208. Sari D. P., Wulan A. R., Solihat R. Developing 21st century student research skills through assessment matrix and edmodo in biology project // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2019. – Vol. 1157, №2. – Р. 22093.
209. Млынар Е.В., Якубович В.С. Применение комплексного подхода в преподавании для развития компетенций у студентов // Современная наука: от теории к практике. – 2020. - №1. – С. 30-40.
210. González-Pérez L.I., Ramírez-Montoya M.S. Components of Education 4.0 in 21st century skills frameworks: systematic review // Sustainability. – 2022. – Vol. 14, №3. – Р. 1493.
211. Қазақстан Респуликасының Президенті Қ. Тоқаевтың «Халық бірлігі және жүйелі реформалар – ел өркендеуінің берік негізі» атты Қазақстан халқына Жолдауы. – Нұр - Сұлтан, 2021. – 163 б.
212. Arsad N.M., Osman K., Soh T.M.T. Instrument development for 21st century skills in Biology // Procedia-Social and Behavioral Sciences. – 2011. – Vol. 15. – Р. 1470-1474.
213. Meerah T.S.M. et al. Developing an instrument to measure research skills //Procedia-Social and Behavioral Sciences. – 2012. – Vol. 60. – Р. 630-636.
214. Колчанов Н.А. Генетика, биоинформатика, системная компьютерная биология // VII Съезд Вавиловского общества генетиков и селекционеров, посвященный 100-летию кафедры генетики СПбГУ и ассоциированные симпозиумы. – 2019. – С. 82-82.
215. Amar G.I. et al. The Use of Creative Problem Solving Based Genetic Mutation Module in Higher Education // International Journal of Higher Education. – 2021. – Vol. 10, №3. – Р. 33-45.
216. 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. – Р. 503171.
217. Стрелкова Ю. Н. Понятия «Генотоксичность» и «Мута генность» // ББк 1 – 2020. - №28. – С. 37.
218. Igonina E.V., Marsova M.V., Abilev S.K. Lux-biosensors: screening of biologically active compounds for genotoxicity // Ecological genetics. - 2016. - Vol. 14, №4. - P. 52–62.
219. Abilev S.K., Sviridova D.V., Grebenyuk A.N., Igonina E.V., Smirnova S.V. Study of the Prooxidant and Antioxidant Activity of Anti-Radiation Agents with LUX-Biosensors // Biology Bulletin. – 2019. - Vol. 46, №12. - P. 1646–1656.
220. Cheng G., Sa W., Cao C. et al. Quinoxaline 1,4-di-N- Oxides: Biological Activities and Mechanisms of Ac- tions // Front. Pharmacol. – 2016. - Vol. 7, №64. - P. 1–21.
221. Wang X., Martínez M.A., Cheng G. et al. The critical role of oxidative stress in the toxicity and metabolism of qui- noxaline 1,4-di-N-oxides in vitro and in vivo // Drug. Metab. Rev. - 2016. - Vol. 48, №2. - P. 159–182.
222. Мазанко М.С., Чистяков В.А., Празднова Е.В. и др. Диоксидин индуцирует антибиотикорезистентность бактерий // Молек. генетика, микробиоло- гия и вирусология. - 2016. - Т. 34, №4. -С. 149–154.
223. Sviridova D.A. et al. Studying the Mechanism of Dioxidine Genotoxicity Using Lux Biosensors of Esсherichia coli // Biology Bulletin. – 2021. – Vol. 48. – Р. 2174-2180.
224. Ordzhonikidze K.G. et al. Comparative study of the DNA-damaging activity of epichlorohydrin using Escherichia coli biosensors and the comet assay method in mice //Russian Journal of Genetics. – 2021. – Vol. 57. – Р. 1035-1041.
225. Abirov D. et al. Innovative Features of Education in Kazakhstan's Lyceum-Gymnasium // Cypriot Journal of Educational Sciences. – 2022. – Vol. 17, №1. – Р. 159-173
226. Núñez-Canal M., de Obesso M. M., Pérez-Rivero C. A. New challenges in higher education: A study of the digital competence of educators in Covid times //Technological Forecasting and Social Change. – 2022. – Vol. 174. – Р. 121270.
227. Finne L.T., Gammelgaard B., Christiansen F.V. When the lab work disappears: Students’ perception of laboratory teaching for quality learning //Journal of Chemical Education. – 2022. – Vol. 99, №4. – Р. 1766-1774.
228. Stender P., Kaiser G. Scaffolding in complex modelling situations // ZDM. – 2015. – Vol. 47. – Р. 1255-1267.
229. Жошибекова Б. С., Сартаева А. А., Рамазанова а. А. Молекулалық-генетикалық процестерді модельді оқытуда студенттердің зерттеу дағдыларын қалыптастыру // Journal of Educational Sciences. – 2023. – Т. 75, №2. - Б. 2520-2634.
230. Prastiyan R., Purwaningsih E., Handayanto S.K. Developing students' critical thinking skills through STEM-PjBL integrated with TPACK in static fluid topics //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2023. – Vol. 2569, №1. – Р. 50009.
231. Chai C.S., Jong M., Yan Z. Surveying Chinese teachers' technological pedagogical STEM knowledge: A pilot validation of STEM-TPACK survey //International Journal of Mobile Learning and Organisation. – 2020. – Vol. 14, №2. – Р. 203-214.
232. Chai C.S. Teacher professional development for science, technology, engineering and mathematics (STEM) education: A review from the perspectives of technological pedagogical content (TPACK) // The Asia-Pacific Education Researcher. – 2019. – Vol. 28, №1. – Р. 5-13.
233. Syukri M. et al. A systematic literature review of science teachers’ TPACK related to STEM in developing a TPACK-STEM scale // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2020. – Vol. 1460, №1. – Р. 12105.
234. Жошибекова Б.С., Рамазанова А.А., Тукибаева Б.А. Генетиканы оқытуда интеграцияланған stem әдістерін қолдану тиімділігі // Вестник университета Ясави. – 2023. – Vol. 2, №128. – Б. 343-354.
235. Кузина Л.Л. Квалиметрическое обеспечение управления процессом обучения студентов вуза: автореф. ... канд. пед. наук. – 2012. – Т. 13, №8. – С. 13-28.
236. Полякова С.В. Статистические методы в управлении качеством. Диаграмма Парето // Research work. – 2021. - №1. – С. 10-15.
237. Засобина А., Куклина Л. Цифровое портфолио студента- заочника // Высшее образование в России. – 2007. - №7. – С. 16-27.
238. Acosta-Gonzaga E., Ramirez-Arellano A. Scaffolding matters? Investigating its role in motivation, engagement and learning achievements in higher education // Sustainability. – 2022. – Vol. 14, №20. – Р. 13419.
239. Kaivanpanah S., Langari M.T. The effect of Bloom-based activities and Vygotskian scaffolding on Iranian EFL learners’ use of the speech act of request // Current Psychology. – 2020. - №1. – Р. 1-15.