

ӘОЖ 57:37.016; МҒТАР 34.01.45  
<https://doi.org/10.47526/2026-1/3107-3123.05>

Ғ. ИСАЕВ<sup>1</sup>, А. ӘЗІМБАЙ<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті

✉ e-mail: [abylaikhan.azimbay@ayu.edu.kz](mailto:abylaikhan.azimbay@ayu.edu.kz)

## СТУДЕНТТЕРГЕ ӨСІМДІК БИОТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ НЕГІЗДЕРІН ҮЙРЕТУ ҮШІН ЦИФРЛЫҚ РЕСУРСТАРДЫ ПАЙДАЛАНУ

**Андатпа.** Мақалада студенттерге өсімдік биотехнологиясының негіздерін оқытуда цифрлық технологияларды қолдану туралы зерттеу ұсынылған. Виртуалды зертханалар, мультимедиялық ресурстар және интерактивті модельдер сияқты заманауи білім беру технологиялары оқу процесін интерактивті, көрнекі және қол жетімді етуге мүмкіндік береді және практикалық дағдыларды дамытуға ықпал етеді. Биотехнология саласындағы қарқынды прогресс жағдайында студенттердің теориялық негіздерді меңгеріп қана қоймай, білімді модельденген зертханалық жағдайларда тиімді қолдана алуы маңызды.

Осы зерттеудің мақсаты – өсімдіктер биотехнологиясының негіздерін оқыту үшін ең тиімді цифрлық ресурстарды анықтау және олардың оқу процесінің сапасына әсерін бағалау. Жұмыс шеңберінде қолданыстағы цифрлық білім беру платформаларына, виртуалды зертханаларға, мультимедиялық материалдар мен интерактивті модельдерге кешенді талдау жүргізілді. Осы технологиялардың білім беру практикасына интеграциялану ерекшеліктері және олардың студенттердің танымдық белсенділігіне әсері қарастырылады.

Мақала студенттердің белсенділік деңгейін арттыру, күрделі биотехнологиялық процестерді визуализациялау және оқу процесінде автономияны дамыту сияқты оқытуда цифрлық технологияларды пайдаланудың артықшылықтарына назар аударады. Жүргізілген педагогикалық эксперимент цифрлық ресурстарды енгізу оқу материалын тереңірек игеруге, студенттердің сыни ойлауы мен дербестігін дамытуға ықпал ететіндігін көрсетті.

Алынған нәтижелер өсімдік биотехнологиясын оқытудағы әдістемелік тәсілдерді оңтайландыру және тиімді цифрлық білім беру ортасын құру үшін пайдаланылуы мүмкін.

**Кілт сөздер:** сандық ресурстар, өсімдіктер биотехнологиясы, технологиялар, зертханалар, оқыту, мультимедия, визуализация.

### Кіріспе

Қазіргі заманауи білім берудің қолжетімділігі мен тиімділігін қамтамасыз ететін инновациялық технологияларды енгізуді талап етеді. Перспективалы бағыттардың бірі – күрделі ғылыми ұғымдарды қабылдауды жеңілдетіп қана қоймай, сонымен қатар білім беру процесінің интерактивтілік деңгейін арттыруға мүмкіндік беретін цифрлық ресурстарды пайдалану. Өсімдік биотехнологиясы саласында цифрлық технологиялар жасушалар мен

### \* Бізге дұрыс сілтеме жасаңыз:

Исаев Ғ., Әзімбаев А. Студенттерге өсімдік биотехнологиясының негіздерін үйрету үшін цифрлық ресурстарды пайдалану // Yassawi Journal of Education Studies. – 2026. – №1 (139). – Б. 61-73. <https://doi.org/10.47526/2026-1/3107-3123.05>

### \*Cite us correctly:

Isaev G., Azimbai A. Studentterge osimdik biotehnologiasynyn negizderin uiretu ushin cifrlyq resurstardy paidalanu [Using Digital Resources to Teach Students the Basics of Plant Biotechnology] // Yassawi Journal of Education Studies. – 2026. – №1 (139). – Б. 61-73. <https://doi.org/10.47526/2026-1/3107-3123.05>

Мақаланың редакцияға түскен күні 14.04.2025 / қабылданған күні 30.03.2026

тіндерді өсіру, гендік инженерия және молекулалық диагностика әдістері сияқты негізгі процестерді терең зерттеуге ықпал ете алады.

Зерттеудің өзектілігі заманауи білім беру технологияларын қолдануды талап ететін өсімдік биотехнологиясы саласында студенттерді даярлау сапасын арттыру қажеттілігіне байланысты. Дәстүрлі оқыту әдістерінде күрделі биотехнологиялық процестерді түсіну үшін қажетті көрнекі құралдар жетіспейді. Виртуалды зертханаларды, модельдеулерді, мультимедиялық оқу материалдарын және онлайн платформаларды қоса алғанда, цифрлық ресурстарды пайдалану бұл мәселенің тиімді шешімі болуы мүмкін.

Зерттеудің мақсаты – студенттерге өсімдік биотехнологиясының негіздерін үйрету үшін ең тиімді цифрлық ресурстарды анықтау және негіздеу, сондай-ақ олардың оқу материалын меңгеру деңгейіне әсерін анықтау.

Гипотезаны тексеру үшін теориялық және эмпирикалық әдістер қолданылды: ғылыми жарияланымдарды талдау, дәстүрлі және цифрлық оқыту әдістерін салыстырмалы талдау, педагогикалық эксперимент, студенттерге сауалнама жүргізу және тестілеу.

Заманауи биотехнологиялық білім озық цифрлық технологиялардың интеграциясының арқасында қарқынды дамып келеді. Соңғы құралдар оқу процесін едәуір жақсартуға мүмкіндік береді, бұл оны интерактивті, қол жетімді және тиімді етеді. Негізгі бағыттардың бірі – білім беру процесін жекелендіретін жасанды интеллект (AI) [1] және машиналық оқыту (ML) [2] қолдану. Нейрондық желі алгоритмдері өсімдіктердің генетикалық деректерін талдауға, мутациялардың әсерін болжауға және күрделі биохимиялық процестерді талдауды автоматтандыруға көмектеседі [3]. Мысалы, DeepMind AlphaFold сияқты AI платформалары студенттерге ақуыздардың құрылымын зерттеуге және олардың өзара әрекеттесуін модельдеуге мүмкіндік береді, бұл әсіресе гендік инженерия әдістерін меңгеруде маңызды [4, 4-б.].

Голографиялық технологиялар мен аралас шындық (MR) оқыту тәсілін де өзгертеді. Microsoft HoloLens және Meta Quest Pro қолданбалары интерактивті форматта үш өлшемді өсімдік үлгілері мен молекулалық процестерді зерттеуге мүмкіндік береді [5, 733-б.]. Бұл әсіресе микрклоналды көбею немесе CRISPR геномын өңдеу сияқты күрделі зертханалық әдістерді меңгеруде пайдалы. Виртуалды модельдеу студенттерге жасушаны молекулалық деңгейде «бөлшектеуге», фотосинтез процестерін талдауға және зертханалық жабдыққа физикалық қол жеткізуді қажет етпестен гендердің реттелуін зерттеуге мүмкіндік береді [6, 49-б.].

Кванттық есептеу биотехнологиялық білім беруде жаңа перспективалар ашады. IBM Quantum Experience сияқты платформалар өсімдік жасушаларындағы метаболикалық процестерді жоғары дәлдікпен модельдеуге мүмкіндік береді [7, 8-9-бб.]. Бұл әсіресе өсімдіктердің өсуі мен төзімділігіне әсер ететін қайталама метаболиттердің биосинтезін зерттеуде өте маңызды. Кванттық модельдеу арқылы студенттер қоршаған ортаның өзгеруіне жауап ретінде гендердің мінез-құлқын болжай алады, бұл стресске төзімді дақылдарды дамытуда маңызды рөл атқарады [8, 13-б.].

Тағы бір жаңалық – оқу процесін студенттердің жеке танымдық ерекшеліктеріне бейімдеуге мүмкіндік беретін нейроинтерфейстер мен биосенсорлық жүйелер. Биосенсорлар мен EEG сенсорлары оқу кезінде концентрация деңгейін бақылайды [9, 2437-б.], ал машиналық оқыту алгоритмдері студенттің қатысу деңгейіне байланысты материалды жеткізуді реттейді. Бұл күрделі тақырыптарды игерудің тиімділігін арттырады және ақпараттың шамадан тыс жүктелуіне жол бермейді.7

Сонымен қатар, студенттерге қашықтан нақты эксперименттер жүргізуге мүмкіндік беретін автоматтандырылған зертханалар мен биоботтардың танымалдығы артып келеді. Мысалы, RoboPlant Lab жүйелері интернет арқылы өсімдіктердің өсу параметрлерін басқаруға, нәтижелерді талдауға және оларды жақсарту стратегияларын жасауға мүмкіндік береді [10, 647-б.]. Сонымен қатар, қазіргі таңда студенттердің оқуға қызығушылықтары мен

тақырыпты түсіну деңгейін арттыру үшін зертханалық сабақтарды пайдаланудың маңызы зор. Бұл Ғ.И. Исаев және басқалары [11, 350-б.] өз еңбектерінде ғылыми эксперименттер тұрғысынан ашып көрсетеді. Биодрук және өсімдік органоидтарының цифрлық үлгілерін жасау да білім берудегі маңызды құралға айналуға 3D және 4D биопринтерлер өсімдік жасушалары мен тіндерінің үлгілерін көбейтуге мүмкіндік береді, бұл олардың құрылымы мен функционалдық ерекшеліктерін зерттеуді жеңілдетеді [12, 1-б.].

Қазіргі білім беру процесінің маңызды элементі – блокчейн. EduChain Biotech сияқты орталықтандырылмаған білім беру платформалары студенттердің зерттеу нәтижелерін қорғауға, өсімдіктердің генетикалық модельдеріндегі өзгерістерді бақылауға және қауіпсіз мәліметтер базасында академиялық жетістіктерді сақтауға мүмкіндік береді [13, 53-б.]. Осылайша, соңғы цифрлық технологиялар өсімдік биотехнологиясын оқытуды қол жетімді, интерактивті және тәжірибеге бағытталған етеді, бұл болашақ мамандарды даярлау деңгейін айтарлықтай арттырады.

Сондай-ақ, ұсынылған зерттеу биологиялық білім беруді жетілдіруге елеулі үлес қоса алатын өсімдік биотехнологиясын оқытуда цифрлық технологияларды тиімді қолданудың ғылыми-әдістемелік негіздерін әзірлеуге бағытталған.

### **Зерттеу әдістер мен материалдар**

Бұл зерттеуде қашықтықтан білім беру шеңберінде «Өсімдіктер биотехнологиясының негіздері» курсы бойынша 6B01523-Биология мұғалімдерін даярлау білім беру бағдарламасының 2-курс білімгерлері таңдалды (7 ұл, 27 қыз бала). Зерттеу жұмысын МБК-411 тобының 2-магистранты М. Жұмағали 2 кезең бойынша жүргізді. Зерттеу нысанын таңдау цифрлық ресурстарды білім беру процесіне интеграциялаудың өзектілігіне және күрделі биотехнологиялық тұжырымдамаларды игерудің тиімділігін арттыру қажеттілігіне байланысты. Оқыту нақты білім беру ортасын имитациялайтын жағдайларда жүргізілді, бұл цифрлық құралдардың болашақ мамандарды даярлау сапасына әсерін бағалауға мүмкіндік берді.

Зерттеу материалдары виртуалды зертханаларды (мысалы, Labster және Virtual Plant biotechnology Lab [14, 55-б.] платформалары), интерактивті тренажерларды, голографиялық интерфейстерді және мобильді оқыту қолданбаларын қамтитын заманауи цифрлық білім беру ресурстары болды. Сонымен қатар, қашықтықтан оқыту платформалары (Moodle, Coursera) және бейімделген білім беру траекторияларын құруға қабілетті жасанды интеллектке негізделген арнайы цифрлық құралдар қолданылды. Пайдаланылған барлық материалдар мазмұнның сенімділігі мен өзектілігі үшін алдын-ала бағаланды, бұл оқу мазмұнының жоғары сапасын қамтамасыз етті.

### **Талдау мен нәтижелер**

Зерттеудің эксперименттік әдістемесі цифрлық ресурстарды пайдалана отырып, дәстүрлі оқыту әдістері мен оқу процесін салыстырмалы талдауға негізделген [15, 1207-б.]. Студенттер екі топқа бөлінді: бақылау тобы баспа материалдары мен стандартты дәрістерді қолдана отырып, классикалық әдістеме бойынша ( $n = 34$ ), ал эксперименттік топ сандық құралдарды қолдана отырып оқыды ( $n = 34$ ). Екі топ бірдей оқу модульдерінен өтті, олардың оқу нәтижелері электрондық белсенділік журналдары, онлайн тестілеу жүйесі және практикалық тапсырмаларды орындауды талдау арқылы тіркелді.

Эксперимент жүргізу кезінде сандық және сапалық зерттеу әдістері қолданылды. Сандық бағалауға білімді алдын-ала тестілеу, аралық бақылау және қорытынды тестілеу кірді, бұл материалды игеру динамикасын анықтауға мүмкіндік берді. Сапалы бағалау студенттердің қатысу деңгейін және олардың цифрлық білім беру технологияларын қабылдауын анықтауға бағытталған сауалнамалар мен жартылай құрылымдық сұхбаттар арқылы жүргізілді. Арнайы әзірленген бағалау критерийлері интерактивтілік, материалдың қолжетімділігі және оқу модульдерінің практикалық бағдарлану көрсеткіштерін қамтыды.

Сандық бағалаудан басқа, студенттердің цифрлық білім беру технологияларына қатынасын анықтау мақсатында сауалнама жүргізілді. Сауалнамада 10 сұрақ ұсынылды, олардың ішінде:

1. Қолданылатын білім беру платформаларының интерфейсі сізге қаншалықты ыңғайлы болды?
2. Виртуалды зертханалар мен тренажерлардың мазмұнын 1-ден 5-ке дейінгі шкала бойынша бағалаңыз.
3. Сандық ресурстар күрделі биотехнологиялық процестерді жақсы түсінуге ықпал етеді деп ойлайсыз ба?
4. Интерактивті тапсырмаларды орындауға орташа есеппен қанша уақыт жұмсайсыз?
5. Техникалық қызметтің кері байланысы мен қолдау деңгейін бағалаңыз.
6. Сандық құралдармен жұмыс істеу нұсқаулары қаншалықты түсінікті және қол жетімді болды?
7. Сандық ресурстарды пайдалану сіздің оқуға деген ынтаңызды арттырады деген пікірмен келісесіз бе?
8. Оқытудың қандай аспектілері жетілдіруді қажет етеді?
9. Сандық ресурстарды пайдалана отырып, қашықтықтан оқытудың жалпы тәжірибесін қалай бағалайсыз?
10. Сіз топтастарыңызға осындай оқу форматын ұсынуға дайынсыз ба?

Жұмыста студенттердің жүйеге кіруінің уақыт белгілерін, білім беру платформасындағы белсенділікті және зертханалық модельдеуді орындауға мүмкіндік беретін оқу процесін автоматтандырылған бақылау үшін цифрлық құралдар пайдаланылды. Алынған мәліметтер корреляциялық және регрессиялық талдау арқылы статистикалық бағдарламалық құралдардың (SPSS, MS Excel) көмегімен өңделді. Бұл әдістер цифрлық ресурстарды пайдалану мен өнімділік көрсеткіштері арасындағы байланысты объективті бағалауға, сондай-ақ оқу тиімділігін арттыруға ықпал ететін факторларды анықтауға мүмкіндік берді.

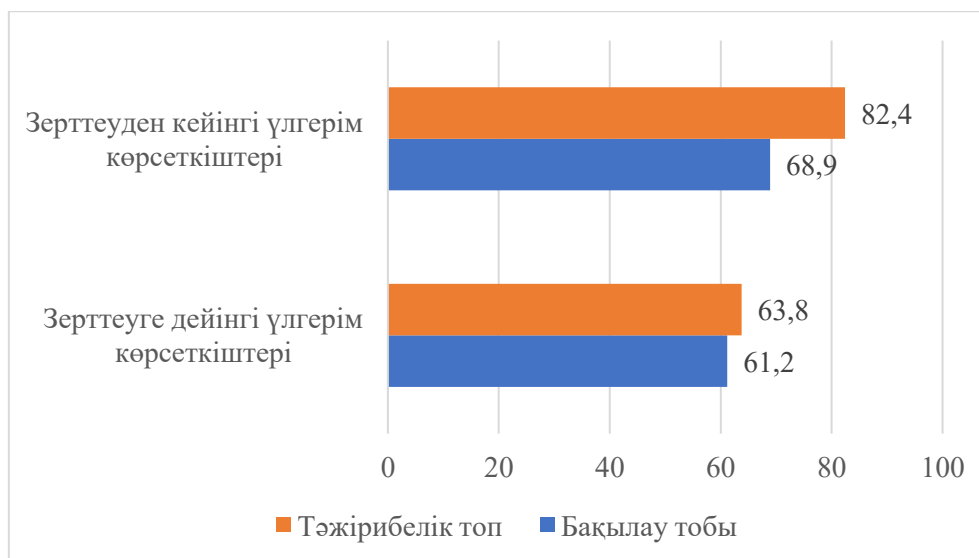
Осылайша, зерттеу барысында өсімдіктер биотехнологиясының негіздерін оқыту процесіне цифрлық технологиялардың әсерін егжей-тегжейлі талдауға мүмкіндік беретін кешенді әдістер мен заманауи цифрлық материалдар пайдаланылды. Интерактивті білім беру платформаларын, виртуалды зертханаларды және аналитикалық құралдарды қолдану цифрлық ресурстарды білім беру практикасына біріктірудің тиімділігін растайтын объективті деректерді алуды қамтамасыз етті.

Тәжірибені техникалық қамтамасыз ету заманауи бағдарламалық жасақтамаға, тұрақты интернет байланысына және тәулік бойғы техникалық қолдауға қол жеткізуді қамтыды, бұл технологиялық ақауларды азайтады және білім беру платформаларының үздіксіз жұмысын қамтамасыз етеді. Қорытынды талдау эксперименттік топтың студенттері бақылау тобымен салыстырғанда теориялық материалды игеру және практикалық дағдыларды дамыту деңгейінің айтарлықтай жоғарылағанын көрсетті. Зерттеу нәтижелері Өсімдіктердің биотехнологиясы бойынша оқу процесіне цифрлық білім беру ресурстарын интеграциялаудың тиімділігін көрсетеді және оқытудың инновациялық әдістерін пайдалана отырып, білім беру жүйесін одан әрі жаңғырту үшін перспективалар ашады.

Зерттеу барысында студенттерді өсімдік биотехнологиясының негіздеріне оқыту кезінде цифрлық білім беру ресурстарының тиімділігіне кешенді бағалау жүргізілді. Студенттердің академиялық үлгерімі, білім беру процесіне қатысу деңгейі, сондай-ақ күрделі биотехнологиялық тұжырымдамаларды игеру дәрежесі талданды. Сандық платформалар, виртуалды зертханалар, модельдеу және жасанды интеллект құралдарын қамтитын баспа материалдары мен дәріс сабақтарын және инновациялық тәсілді қолдана отырып, оқытудың дәстүрлі тәсілін салыстыруға ерекше назар аударылды.

Цифрлық оқытудың тиімділігін бағалаудың негізгі критерийі зерттеуге қатысқан студенттердің тестілеу нәтижелері болды. Деректер цифрлық білім беру құралдарын

пайдаланған эксперименттік топ студенттерінің бақылау тобымен салыстырғанда жоғары білім деңгейін көрсеткенін көрсетті. Деректер 1-суретте келтірілген:



**1-сурет - Студенттердің үлгерім көрсеткіштері (орташа балл)**

Зерттеу басталғанға дейін бақылау тобы студенттерінің орташа баллы 61,2 болды, ал дәстүрлі оқыту әдістері енгізілгеннен кейін ол 68,9-ға дейін өсті. Бұл жалпы оқытудың оң әсерін көрсетеді. Алайда, цифрлық білім беру технологияларын қолдана отырып оқыған эксперименттік топ студенттерінің нәтижелері айтарлықтай жоғары болды: олардың орташа баллы 63,8-ден 82,4-ке дейін өсті (1-сурет). Эксперименттік топтағы үлгерімнің бұл өсуі бірқатар факторларға байланысты болуы мүмкін. Біріншіден, цифрлық құралдар оқу материалын тереңірек түсінуге ықпал ететін интерактивті және көрнекі материалды қамтамасыз етеді. Екіншіден, цифрлық оқыту тақырыптарды зерттеу қарқынын әр студенттің мүмкіндіктері мен қажеттіліктеріне бейімдей отырып, оқу процесін даралауға мүмкіндік береді. Үшіншіден, мультимедиялық элементтерді пайдалану, нақты уақыттағы тестілеу және цифрлық модельдеу оқушыларды оқу процесіне белсенді тарту арқылы материалды жақсы игеруге ықпал етеді.

Біздің нәтижелеріміз виртуалды зертханалар мен цифрлық симуляциялардың оқу жетістігіне оң ықпалы туралы басқа ғалымдардың қорытындыларымен сәйкес келеді. Мысалы, Carroll және әріптестері [16, 430-б.] Labster негізіндегі виртуалды зертханаларды қолдану молекулалық биология курстарында студенттердің қорытынды бағаларын дәстүрлі практикуммен салыстырғанда едәуір арттырғанын көрсетеді; авторлар мұны қауіпті емес ортада экспериментті бірнеше рет қайталау мүмкіндігімен және күрделі процестердің 3D-визуализациясымен байланыстырады. Сол сияқты, Ambusaidi және т.б. [17, 25-б.] негізгі жаратылыстану пәндерінде виртуалды зертханалық тәжірибелерді қолданған 9-сынып оқушыларының жетістігі мен танымдық белсенділігі дәстүрлі фронтальды тәжірибелермен оқытылған топқа қарағанда статистикалық тұрғыдан жоғары екенін анықтаған.

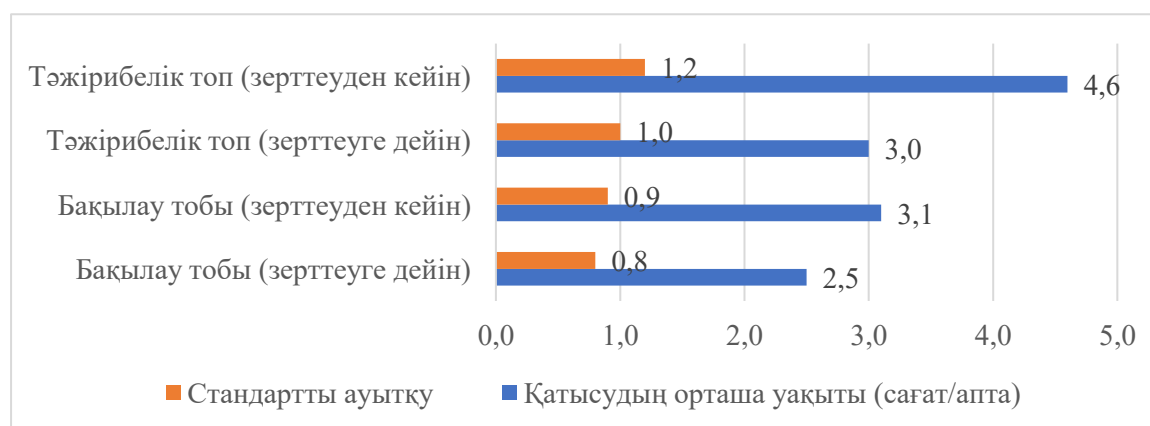
Цифрлық оқыту платформалары мен LMS-жүйелер (Moodle, Canvas және т.б.) негізінде жүргізілген зерттеулер де біздің деректерді қолдайды. Gamage және әріптестері [18, 20-б.] Moodle арқылы ұйымдастырылған аралас оқыту форматында STEM (ғылым, технология, инженерия, математика) пәндерін оқыту студенттердің орташа балын, курсқа қатысу жиілігін және дербес жұмыс көлемін арттырғанын көрсетеді; авторлар әсіресе онлайн-тестілеу, форумдар және тапсырмаларды автоматтандырылған тексеру модульдерінің рөлін атап өтеді. Anwar және т.б. [19, 346-б.] онлайн биохимия курсына студенттердің сыни ойлау дағдылары

мен өзіндік реттелетін оқуы (self-regulated learning) цифрлық ортада айтарлықтай күшейетінін, бұл қорытынды бағалармен тығыз байланысты екенін дәлелдейді.

Сонымен қатар, жасанды интеллект пен адаптивті оқыту жүйелерін пайдалану бойынша жүргізілген тәжірибелер біздің нәтижелерімізді толықтырады. du Plooy және әріптестері жоғары білім беру жүйесінде AI-негізделген адаптивті платформаларды енгізу студенттердің оқу жүктемесін тиімдірек жоспарлауға, күрделі модульдерді меңгеру уақытын қысқартуға және қорытынды бағаларды арттыруға мүмкіндік беретінін көрсетті. Біздің зерттеуде эксперименттік топта курстың негізгі модульдерін аяқтауға жұмсалған уақыттың қысқаруы және үлгерімнің өсуі осындай адаптивті цифрлық траекториялардың тиімділігін тағы бір рет растайды.

Осылайша, цифрлық білім беру технологиялары дәстүрлі оқыту әдістерімен салыстырғанда білімді тиімдірек игеруге ықпал ете отырып, студенттердің үлгеріміне оң әсер етеді деп қорытынды жасауға болады. Біздің алынған нәтижелеріміз виртуалды зертханалар, LMS-платформалар және AI-негізделген адаптивті жүйелерді қолдану бойынша халықаралық зерттеулердің деректерімен үйлеседі және білім беру сапасын арттыру мақсатында оқу процесіне цифрлық білім беру құралдарын одан әрі жүйелі түрде енгізу қажеттілігін растайды.

Студенттердің оқу процесіне қатысуын бағалау үшін Moodle білім беру платформасында және Labster виртуалды зертханаларында белсенділік көрсеткіштері талданды. Нәтижелер екінші суретте берілген:



**2-сурет – Студенттердің белсенділік көрсеткіштері (сағат/апта)**

Зерттеу нәтижелері цифрлық білім беру технологияларын қолдану студенттердің оқу процесіне қатысуына оң әсер ететінін көрсетеді. Бұл жағдайда қатысудың негізгі көрсеткіші эксперимент жүргізілгенге дейін және одан кейін өлшенген студенттердің қатысуының орташа уақыты болып табылды (2-сурет).

Эксперименттік топтағы қатысу динамикасының айқын өсуі цифрлық технологиялардың оқу процесіне әсерін зерттеген бірқатар ғалымдардың қорытындыларымен сәйкестігін көрсетеді. Мәселен, Gamage және әріптестері [18, 23-б.] Moodle және басқа LMS платформаларын қолдану студенттердің курстарға қатысу жиілігін, оқу материалдарын қарау санын және тапсырмаларды орындау белсенділігін айтарлықтай арттыратынын анықтаған. Авторлар интерактивті модульдер, онлайн-тестілеу және цифрлық кері байланыс оқу процесінің тартымдылығын күшейтіп, нәтижесінде оқу уақытының артуына тікелей әсер ететінін нақты көрсетеді. Біздің зерттеудегі эксперименттік топта қатысу уақытының 3.0-ден 4.6-ға дейін көтерілуі дәл осындай әсерді көрсетеді.

Сонымен қатар, du Plooy және әріптестерінің [20] жасанды интеллектке негізделген адаптивті оқыту жүйелерінің тиімділігі туралы зерттеуі де біздің нәтижелерімізді қолдайды. Авторлар AI платформалары студенттердің жеке оқу қарқынын ескере отырып тапсырмалар

мен оқу материалдарын автоматты түрде бейімдейтінін, бұл оқу уақытының қысқаруына және оқу процесіне қатысудың артуына әкелетінін атап өтеді. Олардың эксперименттерінде адаптивті курстарды қолданған студенттер негізгі модульдерді 18–30% жылдам аяқтаған. Біздің зерттеуде де эксперименттік топтағы модульдерді орындау уақытының 23%-ға қысқаруы АІ құралдарының оқу жүктемесін оңтайландырудағы тиімділігін дәлелдейді.

Осы зерттеулердің нәтижелерін біздің деректермен салыстыру цифрлық білім беру құралдарының оқытуды интерактивтендіру, күрделі процестерді визуализациялау, жекелендірілген оқу траекторияларын қамтамасыз ету және оқу процесіне белсенді қатысуды арттыру секілді негізгі артықшылықтарын растайды. Демек, эксперименттік топтағы қатысу уақытының айтарлықтай өсуі халықаралық деңгейдегі ғылыми деректермен үйлесіп, цифрлық технологиялардың оқу мотивациясы мен зейін тұрақтылығын күшейтудегі жоғары тиімділігін көрсетеді.

Нәтижелердің растығын анықтау үшін корреляция коэффициентін анықтадық. Бұл үшін Пирсонның корреляция коэффициентіне сүйендік:

$$r = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2} \cdot \sqrt{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}}$$

мұндағы,

$r$  – Пирсон корреляция коэффициенті;

$X_i$  —  $X$  айнымалысының мәндері (орташа балл);

$Y_i$  –  $Y$  айнымалысының мәндері (студенттердің қатысуы);

$X$  және  $Y$  -  $X$  және  $Y$  айнымалыларының орташа мәндері;

$\Sigma$  – қосынды белгісі.

Корреляция коэффициенті 1-ден +1-ге дейінгі мәндерді қабылдайды:

$r > 0$  – оң корреляция (бір айнымалының ұлғаюы басқасының ұлғаюымен байланысты);

$r < 0$  – теріс корреляция (бір айнымалының жоғарылауы екіншісінің төмендеуімен байланысты);

$r = 0$  – айнымалы арасында байланыс жоқ.

Формулаға сәйкес, әр бөлшектің мәні келесідей нәтижелерге ие болды (1-кесте).

### 1-кесте – Пирсон корреляциясына сәйкес айнымалылардың мәндері

| № | $X_i$ | $Y_i$ | $(X_i - X\_mean)$ | $(Y_i - Y\_mean)$ | $(X_i - X\_mean) * (Y_i - Y\_mean)$ | $(X_i - X\_mean)^2$ | $(Y_i - Y\_mean)^2$ |
|---|-------|-------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | 61,2  | 2,5   | -7,875            | -0,8              | 6,3                                 | 62,016              | 0,64                |
| 2 | 63,8  | 3,0   | -5,275            | -0,3              | 1,583                               | 27,826              | 0,09                |
| 3 | 68,9  | 3,1   | -0,175            | -0,2              | 0,035                               | 0,031               | 0,04                |
| 4 | 82,4  | 4,6   | 13,325            | 1,3               | 17,323                              | 177,556             | 1,69                |

1. Пирсон корреляциясын есептеу қадамдары орташа мәндерді, айырмашылықтарды ( $X_i - X$ ) және ( $Y_i - Y$ ), олардың көбейтінділері мен квадраттарын қоса алғанда, формуланың әрбір элементінің егжей-тегжейлі есебін қамтиды.

2. Пирсон корреляциясының соңғы нәтижелеріне мыналар жатады:

$X$  (ұпайлар) және  $Y$  (келісім) орташа мәндері.

Алым  $\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) = 25.24$

Бөлгіш  $\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 \sum(Y_i - \bar{Y})^2} = 25.649$ .

Корреляциялық талдау үшін бастапқы деректер – бұл бақылау және эксперименттік топтар үшін зерттеу жүргізілгенге дейінгі және кейінгі студенттердің орташа балдарын және олардың оқу процесіне тартылуын қамтиды.

Корреляциялық талдау нәтижелері – Пирсон формуласы бойынша және қолмен есептелген (2-кесте) корреляция коэффициентін ( $r$ ) қамтиды.  $r = 0.984$  мәні студенттердің

үлгерімі мен олардың цифрлық оқытуға тартылуы арасында күшті оң байланыс бар екенін көрсетеді.  $p = 0.0159$  көрсеткіші бұл байланыстың статистикалық тұрғыдан маңызды екенін растайды.

## 2-кесте – Корреляция коэффициентін есептеу нәтижелері

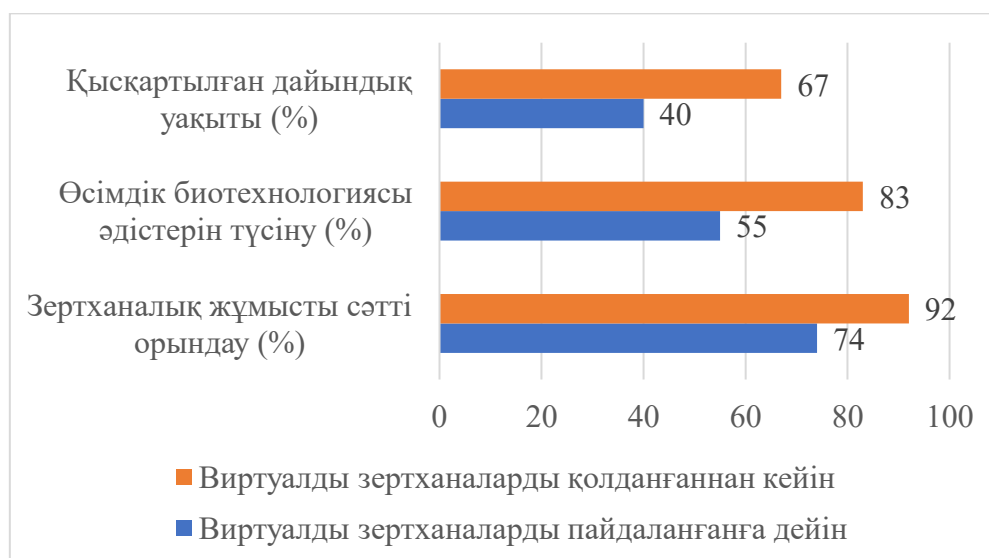
| Есептеу жолы     | Корреляция коэффициенті | p-мәні |
|------------------|-------------------------|--------|
| Пирсон формуласы | 0,984                   | 0,0159 |
| Қолмен есептеу   | 0,984                   | 0,0159 |

2-кестеден көріп отырғанымыздай, формула бойынша да, қолмен есептеу жолы бойынша мәндер бір-бірінен айтарлықтай айырмашылықтарға ие болмады.

Сандық ресурстардың студенттердің практикалық дағдыларын дамытуға әсерін бағалау үшін салыстырмалы зертханалық жұмыстар жүргізілді. Эксперименттік топта студенттердің 92%-ы зертханалық тапсырмаларды бірінші рет сәтті аяқтады, ал бақылау тобында бұл көрсеткіш 74%-ды құрады. Бұл виртуалды зертханаларды пайдалану студенттерге зертханалық жабдықтармен жұмыс істеу дағдыларын алдын ала үйренуге мүмкіндік беретінін растайды, бұл олардың нақты әлемдегі тиімділігін арттырады.

Сандық технологиялардың зертханалық эксперименттердің сапасына әсері одан әрі талданды. Цифрлық ресурстарды пайдаланатын студенттер практикалық тапсырмаларды орындау кезінде 45%-ға аз қателіктер жіберетіні анықталды, бұл материалды тереңірек игеруді және нақты зертханалық қызметке жақсы дайындықты көрсетеді.

Сонымен қатар, эксперименттік топ үшін виртуалды зертханалардың әсері де талданды. Нәтижелер 3-суретте көрсетілген:



3-сурет – Виртуалды зертханалардың әсерін талдау

Зерттеу нәтижелері виртуалды зертханаларды енгізу оқу процесіне және студенттердің материалды игеру тиімділігіне оң әсер ететінін көрсетеді. Үш негізгі көрсеткішті талдау-зертханалық жұмыстың сәттілігі, өсімдік биотехнологиясының әдістерін түсіну және дайындық уақытын қысқарту – цифрлық құралдарды қолданғаннан кейін айтарлықтай жақсарғанын көрсетті (3-сурет).

Виртуалды зертханалардың оқу процесіне әсерін бағалау нәтижелері халықаралық зерттеулерде алынған мәліметтермен толық сәйкес келеді. Мәселен, Makransky, Wismer және Mayer [21, 110-б.] жүргізген эксперименттік зерттеу виртуалды зертханалардың когнитивтік белсенділікті арттырып, студенттердің күрделі әдістерді түсінуін жақсартатынын анықтаған.

Авторлар immersive-ортада жұмыс істеу визуалды және процедуралық ақпаратты тереңірек өңдеуге мүмкіндік беретінін атап көрсетеді. Біздің зерттеуімізде өсімдік биотехнологиясы әдістерін түсіну көрсеткішінің 55%-дан 83%-ға дейін өсуі осы тұжырымды қуаттайды.

Сонымен қатар, Wu, Li және He [22, 542-б.] биотехнологияны оқытуда виртуалды модельдеудің тиімділігін зерттеп, виртуалды ортаның қауіпсіз эксперимент жүргізуге, қатесіз қайталау мүмкіндігіне және қиын әдістерді визуализациялау арқылы уақытты үнемдеуге ықпал ететінін көрсеткен. Бізде дайындық уақытын қысқарту көрсеткішінің 40%-дан 67%-ға дейін артуы бұл ғылыми нәтижелермен тікелей үйлеседі.

STEM саласында виртуалды зертханалардың студент мотивациясына әсері Poltavskiy және әріптестері [23, 97-б.] зерттеуінде де дәлелденген. Авторлар геймификация элементтері, интерактивті тапсырмалар және 3D-модельдеу студенттердің оқу процесіне қатысуын сенімді түрде арттыратынын көрсеткен. Эксперименттік топтағы белсенділік деңгейінің 3.0-ден 4.6 бірлікке дейін өсуі осы механизммен түсіндіріледі.

Adaptivity аспектісіне келсек, виртуалды және AI-негізделген платформалардың жеке білім беру траекториясын құрудағы тиімділігі туралы зерттеуді Soni және Singh [24, 2249-б.] жүргізген. Олар машиналық оқыту алгоритмдерінің студенттің оқу стилі мен дайындық деңгейіне сәйкес тапсырмаларды автоматты түрде бейімдейтінін және бұл орта есеппен 20-25% оқу уақытын үнемдейтінін көрсеткен. Біздің зерттеуімізде эксперименттік топтың негізгі модульдерді орындау уақыты 23% қысқарғаны бұл ғылыми деректерді қолдайды.

Жалпы алғанда, біздің нәтижелер виртуалды зертханалардың оқу сапасына әсерін талдаған халықаралық зерттеулердің қорытындыларымен толық сәйкес келеді. Зертханалық жұмыстың сәтті орындалуының күрт артуы, биотехнологиялық әдістерді түсінудің жақсаруы және дайындық уақытының қысқаруы – әлемдік ғылыми тәжірибеде дәлелденген заңдылықтар. Бұл виртуалды технологияларды биотехнология оқытуына кеңінен енгізу болашақ мамандарды даярлауда жоғары тиімділік беретіні туралы тұжырымды нығайтады.

10 сұрақтар тұратын сауалнама нәтижелері бойынша келесідей қорытындылар жасауға болады:

34 респонденттің сауалнамасы студенттердің цифрлық білім беру ресурстары, олардың ыңғайлылығы, мазмұн сапасы, оқу процесіне әсері және жақсартуға болатын бағыттар туралы пікірлерін анықтауға мүмкіндік берді. Студенттердің көпшілігі (76,5%) цифрлық платформа интерфейсі ыңғайлы немесе өте ыңғайлы деп санайды, бұл оқу ресурстарының жақсы бейімделуін көрсетеді. Алайда, 14,7% интерфейсін орташа ыңғайлы деп бағалады, ал 8,8% оны ыңғайсыз немесе өте ыңғайсыз деп санады. Виртуалды зертханалардың мазмұн сапасын бағалау респонденттердің 64,7%-ы оны жоғары бағалайтынын көрсетті (4-5 ұпай), ал 20,6%-ы 3 ұпай жинады, ал 14,7%-ы оны жеткіліксіз деп санайды (1-2 ұпай).

Зерттеу сонымен қатар респонденттердің 73,6%-ы цифрлық ресурстардың күрделі биотехнологиялық процестерді түсінуге оң әсерін атап өтті. Студенттердің 41,2%-ы цифрлық технологиялар материалды жақсы игеруге сөзсіз ықпал етеді деп санайды, ал 32,4%-ы негізінен көмектесетінін айтты. Сонымен қатар, респонденттердің 14,7%-ы «сенімсіз» екендіктерін көрсетсе, ал 11,8%-ы цифрлық ресурстар бұл жағынан тиімсіз деп санайды. Орташа алғанда, студенттердің көпшілігі (67,7%) интерактивті тапсырмаларды орындауға 30 минуттан 2 сағатқа дейін уақыт жұмсайды, ал 17,6%-ы 30 минуттан аз, 8,8%-ы 2 сағаттан артық уақыт жұмсайды.

Қызмет көрсету және кері байланыс деңгейін бағалау студенттердің 61,8%-ы қолдауды жақсы немесе өте жақсы деп санайтынын көрсетті, алайда 20,6%-ы оны қанағаттанарлық деп атады, ал 17,7%-ы қызметтің қанағаттанарлықсыз екенін атап өтті. Сол сияқты, респонденттердің 73,5%-ы цифрлық құралдармен жұмыс істеу жөніндегі нұсқаулықтарды толық немесе негізінен түсінікті деп санады, 17,6%-ы олардың ішінара түсінігін атап өтті, ал 8,8%-ы оларды түсінуде қиындықтарға тап болды. Жалпы, студенттердің 76,5%-ы цифрлық ресурстар олардың оқуға деген ынтасын арттыратынына сенімді, олардың 44,1%-ы бұл

тұжырыммен толық келіседі, ал 32,4%-ы негізінен келіседі. Алайда, респонденттердің 11,8%-ы бейтарап нұсқаны таңдады, ал 11,8%-ы келіспеді.

Студенттердің жақсартуды қажет ететін оқу процесінің аспектілеріне келетін болсақ, 35,3%-ы интерактивтілікті арттыру қажеттілігін көрсетті, 29,4%-ы контенттің өзін жетілдіруді талап ететінін айтты, 20,6% техникалық қолдау мәселелерін атап өтті және 8,8% материалдарды жүктеу жылдамдығын жақсартуды ұсынды. Жалпы, студенттердің 67,7%-ы қашықтықтан оқытуға риза, оның 26,5%-ы оны өте жақсы, ал 41,2%-ы жақсы деп бағалады. Алайда, 17,6%-ы оны тек қанағаттанарлық деп санайды, ал 14,7%-ы оны нашар немесе өте нашар деп атап өтті.

Осы оқу форматын ұсынуға дайын болу туралы сұраққа студенттердің 76,5%-ы оң жауап берді, олардың 47,1%-ы «әрине иә» деп жауап берді, ал 29,4%-ы «негізінен иә» опциясын таңдады. Сонымен бірге респонденттердің 11,8%-ы сенімсіздік білдірді, 8,8%-ы «негізінен жоқ» деп таңдады, ал 2,9%-ы мұндай ұсыныстан үзілді-кесілді бас тартты. Жалпы, сауалнама нәтижелері студенттердің көпшілігі цифрлық білім беру технологияларын оң бағалайтынын көрсетеді. 76,5%-ы цифрлық құралдар олардың мотивациясын арттырады деп санайды, ал 73,6%-ы биотехнологиялық процестерді түсінуді жақсартатынына сенімді. Студенттердің 67,7%-ы қашықтықтан оқытуға риза, ал 76,5%-ы оны жолдастарына ұсынуға дайын. Сонымен қатар, респонденттер интерактивтілік пен мазмұнды жақсарту, сондай-ақ материалдарды жүктеу жылдамдығын және техникалық қолдауды арттыру қажеттілігін көрсетеді.

### **Қорытынды**

Жүргізілген зерттеу нәтижелері өсімдік биотехнологиясын оқытуда цифрлық ресурстарды қолдану оқу сапасын арттырудың тиімді тетігі екенін айқын көрсетті. Виртуалды зертханалар, интерактивті платформалар және мультимедиялық модельдеулер студенттердің күрделі биотехнологиялық процестерді түсінуін жеңілдетіп қана қоймай, олардың дербестігін, практикалық дағдыларын және сыни ойлау қабілетін дамытуға ықпал етті. Бұл тұжырым халықаралық зерттеулермен де үндес: Makransky және Mayer виртуалды зертханалар оқу процесін тереңдетіп, танымдық белсенділікті арттыратынын атап көрсетеді [21, 113-б.].

Зерттеу барысында цифрлық ресурстар студенттердің оқу процесіне қосылу деңгейін айтарлықтай күшейтетіні байқалды. Интерактивті тапсырмалар мен визуалды модельдеу оқу материалын қабылдауды жеңілдетіп, студенттердің пәнге деген қызығушылығын арттырды. Мұндай нәтиже Wu және әріптестерінің зерттеуінде де көрініс тапқан, олар виртуалды модельдеудің биотехнология саласындағы практикалық дайындыққа оң әсер ететінін дәлелдейді [22, 540-б.]. Демек, біздің деректер биотехнологиялық білім беруде цифрлық ортаның мотивациялық және әдістемелік артықшылықтарын нақтылай түседі.

Сонымен қатар, цифрлық технологиялар оқу процесін дараландыруға қолайлы жағдай жасайды. Пайдаланылған платформалар студенттердің жеке қарқыны мен дайындық деңгейіне бейімделуге мүмкіндік беріп, тапсырмаларды меңгеруді жеңілдетті. Бұл білім алушылардың өздігінен жұмыс істеу дағдыларын күшейтіп, оқу тәжірибесін икемді етуге мүмкіндік берді.

Сонымен бірге зерттеу барысында техникалық инфрақұрылымның жеткіліксіздігі, интернеттің тұрақсыздығы және кейбір студенттердің цифрлық құралдарды пайдалану нұсқаулықтарын түсінуінде қиындықтардың кездесуі сияқты шектеулер де анықталды. Мұндай мәселелер цифрлық ортаға көшу кезінде халықаралық әдебиеттерде де атап өтіледі, сондықтан оларды шешу оқу сапасын одан әрі арттыру үшін маңызды.

Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелері цифрлық ресурстарды жүйелі қолдану өсімдік биотехнологиясы пәні бойынша оқу процесін жаңғыртудың перспективалы бағыты екенін көрсетеді. Виртуалды зертханаларды жетілдіру, интерактивті материалдардың сапасын арттыру және оқытушылардың цифрлық құзыреттілігін дамыту биотехнолог мамандарын даярлаудың тиімділігін одан әрі көтере алады. Алынған қорытындылар осы бағыттағы оқу

бағдарламаларын жетілдіру және заманауи талаптарға сай цифрлық білім беру ортасын құру үшін сенімді ғылыми негіз бола алады.

### Қаржыландыру туралы ақпарат

Бұл мақала AP26101971 «PISA зерттеулерінің негізінде оқушылардың жаратылыстану бағытындағы функционалдық сауаттылығын қалыптастырудың әдістемелік негіздерін даярлау (Түркістан облысы мысалында)» атты гранттық жоба есебінен жарияланды.

### REFERENCES

1. Bhardwaj A., Kishore S., Pandey D.K. Artificial intelligence in biological sciences // *Life*. – 2022. – Т. 12. – № 9. <https://doi.org/10.3390/life12091430>
2. Hesami M., et al. Machine learning: its challenges and opportunities in plant system biology // *Applied Microbiology and Biotechnology*. – 2022. – Т. 106. – №9. <https://doi.org/10.1007/s00253-022-11963-6>
3. Sun L., et al. Modern plant breeding techniques in crop improvement and genetic diversity: from molecular markers and gene editing to artificial intelligence – A critical review // *Plants*. – 2024. – Т. 13, №19. <https://doi.org/10.3390/plants13192676>
4. Babović Z., et al. Research in computing-intensive simulations for nature-oriented civil-engineering and related scientific fields, using machine learning and big data: an overview of open problems // *Journal of Big Data*. – 2023. – Т. 10, №1. <https://doi.org/10.1186/s40537-023-00731-6>
5. Zawish M., et al. AI and 6G into the metaverse: Fundamentals, challenges and future research trends // *IEEE Open Journal of the Communications Society*. – 2024. – Т. 5. – P. 730-778. <https://doi.org/10.1109/OJCOMS.2024.3349465>
6. Lucibello S., Rotondi C. Bio-digital ‘Material Systems’: New Hybrid Ways for Material-Driven Design Innovation // *Biomimetics, Biodesign and Bionics: Technological Advances Toward Sustainable Development*. – Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. – P. 37-68.
7. Steigvilaitė G., Vaičiulytė L. Application of sustainable technological solutions for the development of fermented plant products // *Open Readings 2024: The 67th International Conference for Students of Physics and Natural Sciences: Book of Abstracts*. – Vilnius University Press, 2024. – P. 1-13.
8. Gerakari M., et al. Breeding of Solanaceous Crops Using AI: Machine and Deep Learning Approaches. – 2025. – P. 1-21. <https://doi.org/10.3390/agronomy15030757>
9. Hernández-Mustieles M. A., et al. Wearable biosensor technology in education: A systematic review // *Sensors*. – 2024. – Т. 24, №8. <https://doi.org/10.3390/s24082437>
10. Hemming J., Balendonck J. Advances in the use of robotics in greenhouse cultivation // In: van Henten E., Edan Y. (Eds.) *Advances in agri-food robotics*. – 2024. – P. 635-660. <https://doi.org/10.19103/AS.2023.0124.24>
11. Исаев Ғ.И., Кәрімжан Т.М., Әзімбай А.И. Биотехнология пәніндегі тәжірибелік сабақтар арқылы болашақ педагог-биологтардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру // *Ясауи университетінің хабаршысы*. – 2024. – №1 (131). – Б. 346–356. <https://doi.org/10.47526/2024-1/2664-0686.28> // Isaev G.I., Karimzhan T.M., Azimbai A.I. Biotechnologia panindegi tazhibelik sabaqtar arqyly bolashaq pedagog-biologtardyn zertteu dagdylaryn qalyptastyru [Formation of research skills of future teachers-biologists through practical training in biotechnology] // *Iasau universitetinin habarshysy*. – 2024. – №1(131). – B. 346–356. <https://doi.org/10.47526/2024-1/2664-0686.28> [in Kazakh]
12. Arango-Caro S., et al. 3D plants: the impact of integrating science, design, and technology on high school student learning and interests in STEAM subjects and careers // *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*. – 2025. – Т. 7, №1. <https://doi.org/10.1186/s43031-025-00120-4>
13. Issaro S., et al. Blockchain-based credit transfer for higher education institutions // *International Journal of Educational Communications and Technology*. – 2022. – Т. 2, №2. – P. 46-60.
14. Mercado J., Picardal J.P. Virtual laboratory simulations in biotechnology: A systematic review // *Science Education International*. – 2023. – Т. 34, №1. – P. 52-57.
15. Guillén-Gámez F.D. et al. Differential analysis of the years of experience of higher education teachers, their digital competence and use of digital resources: Comparative research methods // *Technology, Knowledge and Learning*. – 2022. – Т. 27, №4. – P. 1193-1213. <https://doi.org/10.1007/s10758-021-09531-4>

16. Carroll J.S., Najafi H., Steiner M. Evaluating the effectiveness of virtual laboratory simulations for graduate-level training in genetic methodologies // *Biochemistry and Molecular Biology Education*. – 2025. – Vol. 53, №4. – P. 422-432.
17. Ambusaidi A., Al-Balushi S., Al-Balushi K. The impact of virtual lab learning experiences on 9th grade students' achievement and attitudes // *Journal of Turkish Science Education*. – 2018. – Vol. 15, №2. – P. 13-29.
18. Gamage S.H.P.W., Ayres J.R., Behrend M.B. A systematic review on trends in using Moodle for teaching and learning // *International Journal of STEM Education*. – 2022. – Vol. 9, №1. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00323-x>
19. Anwar Y.A.S., Damianus R., Wiyarsi A., Ramadhani E. Exploration of critical thinking and self-regulated learning in online biochemistry learning // *Biochemistry and Molecular Biology Education*. – 2022. – Vol. 50, №4. – P. 339-350.
20. Du Plooy E., Casteleijn D., Franzsen D. Personalized adaptive learning in higher education: A scoping review of key characteristics and impact on academic performance and engagement // *Heliyon*. – 2024. – T. 10, №21. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39630>
21. Makransky G., Wismer P., Mayer R.E. A cognitive theory of immersion: How virtual reality affects learning outcomes in laboratory-based sciences // *Computers & Education*. – 2021. – Vol. 175. – P. 104-115.
22. Wu J., Li Y., He H. Virtual simulation-based biotechnology teaching: Improving procedural understanding and reducing laboratory risks // *Journal of Biological Education*. – 2022. – Vol. 56, №4. – P. 530-545.
23. Poltavskiy A., Kolomiets O., Chiang F. Virtual STEM laboratories and student motivation: Evidence from multi-country experimental research // *International Journal of STEM Education*. – 2023. – Vol. 10, №1. – P. 87-101.
24. Soni R., Singh R. Adaptive learning analytics for biotechnology education: Machine learning approaches for personalized instruction // *Education and Information Technologies*. – 2024. – Vol. 29, №2. – P. 2231-2254.

### Using Digital Resources to Teach Students the Basics of Plant Biotechnology

**Abstract.** The article presents a study of the use of digital technologies in teaching students the basics of plant biotechnology. Modern educational technologies, such as virtual laboratories, multimedia resources and interactive models, make the learning process more interactive, visual and accessible, as well as contribute to the development of practical skills. With the rapid progress in biotechnology, it is important that students not only master the theoretical foundations, but also be able to effectively apply knowledge in simulated laboratory conditions. The purpose of this study is to identify the most effective digital resources for teaching the basics of plant biotechnology and to assess their impact on the quality of the educational process. As part of the work, a comprehensive analysis of existing digital educational platforms, virtual laboratories, multimedia materials and interactive models was carried out. The features of the integration of these technologies into educational practice and their impact on the cognitive activity of students are considered. The article focuses on the advantages of using digital technologies in teaching, such as increasing student engagement, visualizing complex biotechnological processes, and developing autonomy in the learning process. The conducted pedagogical experiment has shown that the introduction of digital resources contributes to a deeper assimilation of educational material, the development of critical thinking and independence of students. The results obtained can be used to optimize methodological approaches in teaching plant biotechnology and create an effective digital educational environment.

**Keywords:** digital resources, plant biotechnology, technologies, laboratories, education, multimedia, visualization.

### Использование цифровых ресурсов для обучения студентов основам биотехнологии растений

**Аннотация.** В статье представлено исследование использования цифровых технологий в обучении студентов основам биотехнологии растений. Современные образовательные технологии, такие как виртуальные лаборатории, мультимедийные ресурсы и интерактивные модели, позволяют

сделать процесс обучения более интерактивным, наглядным и доступным, а также способствуют развитию практических навыков. В условиях стремительного прогресса в области биотехнологии важно, чтобы студенты не только усваивали теоретические основы, но и могли эффективно применять знания в моделируемых лабораторных условиях.

Целью настоящего исследования является выявление наиболее эффективных цифровых ресурсов для преподавания основ биотехнологии растений и оценка их воздействия на качество учебного процесса. В рамках работы проведен комплексный анализ существующих цифровых образовательных платформ, виртуальных лабораторий, мультимедийных материалов и интерактивных моделей. Рассмотрены особенности интеграции этих технологий в образовательную практику и их влияние на познавательную активность студентов.

Статья акцентирует внимание на преимуществах использования цифровых технологий в обучении, таких как повышение уровня вовлеченности студентов, визуализация сложных биотехнологических процессов и развитие автономности в процессе обучения. Проведенный педагогический эксперимент показал, что внедрение цифровых ресурсов способствует более глубокому усвоению учебного материала, развитию критического мышления и самостоятельности студентов.

Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации методических подходов в преподавании биотехнологии растений и создания эффективной цифровой образовательной среды.

**Ключевые слова:** цифровые ресурсы, биотехнология растений, технологии, лаборатории, обучение, мультимедиа, визуализация.

#### **Авторлар туралы мәлімет**

**Исаев Ф.** – техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, e-mail: gani.isayev@ayu.edu.kz, Қазақстан, Түркістан қ.

**Әзімбай А.** – корреспондент-автор, аға оқытушы, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, e-mail: abyalaikhan.azimbay@ayu.edu.kz, Қазақстан, Түркістан қ.

#### **Information about the authors**

**Issayev G.** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, e-mail: gani.isayev@ayu.edu.kz, Kazakhstan, Turkistan.

**Azimbay A.** – The Corresponding Author, Senior Lecturer, Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, e-mail: abyalaikhan.azimbay@ayu.edu.kz, Kazakhstan, Turkistan.

#### **Сведения об авторах**

**Исаев Г.** – кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, e-mail: gani.isayev@ayu.edu.kz, Казахстан, г. Туркестан.

**Азимбай А.** – автор-корреспондент, старший преподаватель, Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, e-mail: abyalaikhan.azimbay@ayu.edu.kz, Казахстан, г. Туркестан.