

БИОЛОГ МАМАНДАРДЫ ОҚЫТУДАҒЫ STEM ИНТЕГРАЦИЯСЫ: ЗАМАНАУИ БІЛІМ БЕРУДЕГІ ТРЕНД

К.Ж. Шалабаева  К.М. Токпаев*  Д.М. Мукашева  А.М. Атабаева 

*І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті,
Қазақстан Республикасы, Талдықорған қ.*

*e-mail: zhangalievna85@mail.ru, kuna.1993@mail.ru, danagul.mukasheva.84@mail.ru,
ainur_atabaeva@bk.ru

*Аңдатпа. Мақалада биология пәнін оқытуда STEM интеграциясына негізделген зертханалық сабақ үлгісі сипатталған. Зерттеу «Өсімдіктерге әсер ететін стресс факторлар» тақырыбы аясында ұйымдастырылып, полиэтилен қалдықтарының өсімдіктердің физиологиялық көрсеткіштеріне әсерін ғылыми тұрғыдан зерттеуге бағытталды. Сабақ барысында студенттер нақты жағдаяттық мәселені шешу үшін өз бетінше гипотеза құрып, инженерлік модельдер әзірледі, эксперимент жүргізді, алынған деректерді технологиялық құралдар көмегімен өңдеп, математикалық есептеулер орындады. Эксперименттік зерттеу объектісі ретінде *Sorghum saccharatum* (қант соргосы) өсімдігі таңдалды. Топыраққа әртүрлі мөлшерде полиэтилен қалдықтары қосылып, өсімдіктердің өсу биіктігі, жапырақ саны, тамыр ұзындығы, ылғал және құрғақ массасы сияқты көрсеткіштер тіркелді.*

Зерттеу нәтижелері пластик қалдықтарының топырақ қасиеттері мен өсімдіктердің өсу қарқынына кері әсер ететінін көрсетті. Сабақ барысында STEM тәсілінің төрт бағыты – ғылым, технология, инженерия және математика – өзара байланыста қолданылды. Студенттер теориялық білімдерін өмірлік жағдаяттармен ұштастырып, ғылыми зерттеу әдістерін тәжірибе жүзінде меңгерді. Сауалнама нәтижелері STEM тәсілі негізінде ұйымдастырылған сабақтың тиімділігін көрсетті: студенттердің 95%-ы сабақ мазмұнын толық түсінгенін, 91%-ы зерттеу тапсырмаларының қызықты болғанын атап өтті. Қатысушылардың барлығы (100%) STEM бағыттарының өзара байланысын байқаған. Сонымен қатар, студенттердің 93%-ы білімдерінің кеңейгенін, 90%-ы сабаққа белсенді қатысқанын, ал 100%-ы бұрынғы қате түсініктерінің түзетілгенін көрсетті. Технологиялық құралдарды қолданудың тиімділігін барлық қатысушылар оң бағалады.

Зерттеушілік қабілеттердің дамуына қатысты жауаптар біркелкі бөлінгенімен, нәтижелер бұл бағыттағы жұмысты одан әрі тереңдету қажеттігін көрсетті. Студенттердің 75%-ының топтық жұмыс барысында өз пікірін еркін білдіруі қолдаушы оқу ортасының қалыптасқанын аңғартады. STEM интеграциясына негізделген тәжірибе студенттердің ғылыми-зерттеу, сыни ойлау, топтық жұмыс және шығармашылық қабілеттерін дамытуға ықпал етті. Зерттеу нәтижелері STEM интеграциясын биологияны оқытуда және болашақ педагогтерді кәсіби даярлауда қолданудың әлеуетін көрсетеді.

Кілт сөздер: STEM интеграциясы, биологияны оқыту, зертханалық сабақ, полиэтилен қалдықтары, ғылыми әдіс, экологиялық зерттеу, шығармашылық ойлау, студенттердің зерттеушілік қабілеті.

Кіріспе

Интеграцияланған STEM білім беру жүйесін дамыту – студенттердің еңбек нарығына дайын болуын қамтамасыз ету мен STEM сауаттылығын арттырудың маңызды шарты. STEM жобалары студенттерге нақты өмірлік мәселелерді шешуге арналған тапсырмалар ұсыну арқылы олардың пәнге деген қызығушылығын оятады және пәнаралық білім мен дағдыны қолдануға итермелейді. Мұндай тапсырмаларды орындау барысында оқушылар STEM салалары арасындағы байланыстарды байқап, ХХІ ғасыр дағдыларын меңгереді: олар сыни тұрғыда ойланады, шығармашылық қабілеттерін дамытады және жаратылыстану ғылымдарына деген қызығушылық пен түсінікті тереңдетеді [1]. Қазақстанда STEM білім беру жүйесін жаңғырту мақсатында бірқатар бастамалар қолға алынуда. Бұл бастамалар мектептер мен жоғары оқу орындарында STEM пәндерін оқытуға арналған арнайы курстар мен зертханалық жұмыстарды енгізуге бағытталған. STEM бағытында жастардың ғылыми және жаңашыл жобаларға қатысу мүмкіндігін кеңейту үшін түрлі конкурстар, жобалар және ғылыми конференциялар ұйымдастырылуда [2]. Мәселен, еліміздегі кейбір мектептерде оқушыларға робототехника, бағдарламалау, математика және инженерия бағытындағы курстар, жоғары оқу орындарында STEM саласы бойынша ғылыми-зерттеу жобалары іске қосылып, студенттерге ғылыми жұмыстармен айналысуға жағдай жасалуда [3].

STEM аббревиатурасы (Science, Technology, Engineering, Mathematics) ғылым, технология, инженерия және математиканы біріктіретін оқыту бағыты ретінде 2000 жылдан бастап әлемдік деңгейде маңызға ие бола бастады. Бұл үрдіс ақпараттық қоғамның үнемі жаңарып отыратын сұраныстары мен ғылыми-техникалық жетістіктерге байланысты кадрлар қажеттілігінің артуымен тікелей байланысты [4]. Мұндай өзгерістер тек өндіріс саласына емес, білім беру жүйесіне де жаңа тәсілдерді енгізуді талап етті. Технология мен ақпараттық ағымның жедел дамуы түрлі салаларға цифрлық өзгерістер әкелді: өндірістің автоматтандырылуы, әлеуметтік қызметтердің цифрлануы, қашықтықтан оқыту сынды үрдістер кең таралды. Әсіресе, 2019-2021 жылдардағы пандемия жағдайы технологиялардың маңызын арттыра түсті. Соның нәтижесінде STEM саласындағы мамандарға деген сұраныс та жыл санап өсіп келеді. Осыған сәйкес білім беру жүйесінде де STEM бағытындағы кіріктірілген, пәнаралық және жобалық тәсілдерді қамтитын оқыту әдістері аса қажет бола бастады. STEM – ғылым мен техникада шығармашылық ойлауды дамытып, тәжірибеге негізделген, болашаққа бейімделген білім беру үлгісі [5].

XXI ғасырда табысты болудың маңызды дағдыларының бірі – шығармашылық ойлау. Бұл – мәселені шешу барысында жаңашыл әрі негізделген шешім қабылдауға мүмкіндік беретін терең, рефлексияға толы ойлау процесі [6]. Шығармашылық ойлау бірнеше негізгі аспектілерге негізделеді: практикалық көзқарас, терең ой жүгірту, сенімділік, негізделген шешімдер мен түпнұсқалық. Қабілетке тән көрсеткіштер – мәселенің мәнін ашатын сұрақтар мен мәлімдемелерді нақты тұжырымдау, ақпаратты сенімді дереккөздерден іріктеп алу, жағдаятқа жан-жақты назар аудару, басты идеяны ұстану, баламалы шешімдер іздеу және өз пікірін нақты дәлелдермен қорғау. Мұндай ойлау тәсілі логикалық және аналитикалық ойлаумен тығыз байланысты [7]. Сонымен қатар, шығармашылық ойлау дереккөздердің сенімділігін бағалау, маңызды мен маңызды еместі ажырата білу, пайымдар мен пікірлерді саралау сияқты дағдыларды қамтиды.

Дәстүрлі оқыту әдістері оқушылардың шығармашылық ойлау қабілеттерін жеткілікті дәрежеде дамыта алмады. Сондықтан бұл қабілетті жетілдіру үшін баламалы тәсілдер қажет [8]. Қазіргі заманда қажетті негізгі дағдыларды дамыту құралы ретінде қолдануға болатын тиімді жолдардың бірі – STEM білім беру. Әсіресе, биология пәні мұғалімдері үшін STEM әдісін меңгеру маңызды. Оқыту тәсілінің мақсаты – оқушылардың шығармашылық, логикалық, жаңашыл және өнімді ойлау қабілеттерін арттыру; топта жұмыс істеу дағдыларын қалыптастыру; еңбек нарығына бағыт беру және оған дайындау; технологияларды қолдану арқылы инновациялық шешімдер табу; медиа құралдарын пайдалана отырып проблемаларды анықтап, шешу қабілеттерін дамыту; оқыту процесіне нақты тәжірибе қосу арқылы студенттердің әлеуеті мен дағдыларын арттыру және технологиялық сауаттылықты жетілдіру [9]. Мысалы, биология сабақтарында STEM тәсілі арқылы студенттер эксперименттік жұмыстарда технологияны қолданып, мәліметтерді математикалық өңдей отырып, ғылыми қорытынды жасауға дағдыланады.

Ғылыми, техникалық, инженерлік және математикалық (STEM) оқу үлгілеріне қызығушылық барлық білім беру ландшафтарында кездеседі. Ғылым, технология, инженерия және математика сияқты пәндер олардың арасындағы функционалдық байланысты нақты көрсету үшін интеграцияланады. Интеграцияланған оқу бағдарламасын әзірлеу кезінде пәндер ішінде және олардың арасындағы өзара байланысты қамту және сол арқылы білім практикада қолданылатындай етіп оқыту процесін негіздеу әрекеті қолданылады.

Еліміздің белгілі ғалымдары Г. Ахметова мен А. Мурзалинованың АҚШ-тағы іссапар қорытындысы бойынша жарияланған еңбектерінде STEM-білім берудің негізгі мақсаты оқушылардың алған білімдері мен практикалық дағдыларын өнертапқыштық шешімдер, зерттеу жұмыстары және тәжірибелік іс-әрекеттер арқылы жүзеге асыру қабілетін қалыптастыру екендігі атап көрсетіледі. Сонымен қатар, STEM бағытындағы білім берудің әлеуметтік маңызы да ерекше. Оқушылар ғылыми мәселелерді шешумен

қатар, әлеуметтік сипаттағы өзекті мәселелерді қарастырып, соның ішінде әлеуметтік жағдайы төмен отбасыларға қолдау көрсетуге бағытталған жобаларға қатысады.

Осыған байланысты АҚШ мектептерінде оқушылардың ғылыми-техникалық және кәсіпкерлік ойлау қабілеттерін дамытуға бағытталған, соның ішінде «АҚШ өнертапқыштарының ел экономикасына қосқан үлесі» сияқты тақырыптар қамтылатын білім беру бағыттары жүзеге асырылады. Мұндай оқытудың негізгі нәтижесі – оқушылардың функционалдық сауаттылығын арттыру, олардың өмірлік және кәсіби бағдарын қалыптастыру, сондай-ақ өз қабілеттері мен мүмкіндіктеріне деген сенімін нығайту.

STEM-білім берудің озық тәжірибесін жүзеге асыратын педагогтер оқытудың мақсатын тек бәсекеге қабілетті және құзыретті мамандарды даярлаумен шектемейді. Олар оқушылардың кәсіби білімдерімен қатар, «қатты» (hard skills) және «жұмсақ» (soft skills) дағдыларын кешенді түрде дамытуға ерекше мән береді. Бұл тәсіл оқушылардың шығармашылық, сыни ойлау, коммуникация, командалық жұмыс және проблемаларды шешу қабілеттерін жетілдіруге мүмкіндік береді. Аталған дағдылардың жиынтығы оқушылардың зерттеу құзыреттілігін қалыптастырудың маңызды алғышарты болып табылады, өйткені зерттеушілік қызмет барысында білімді тәжірибеде қолдану, ақпаратты талдау, мәселені анықтау, сыни тұрғыдан бағалау және тиімді шешім қабылдау дағдылары өзара сабақтастықта жүзеге асырылады. Осы тұрғыдан алғанда, зерттеу құзыреттілігінің негіздерін қалыптастыруда мәселелерді ойдағыдай шешу және жаңа идеяларды дамыту үшін қажетті зерттеушілік ойлау, аналитикалық және сыни ойлау дағдылары ерекше мәнге ие. Бұл үдерісте білім берудің рөліне, сондай-ақ аталған құзыреттерді дамытуға бағытталған STEM білім беру сияқты инновациялық оқыту әдістерін тиімді қолдануға баса назар аударылады. Hard skills пен soft skills-тің өзара үйлесімді дамуы оқушылардың зерттеу құзыреттілігін қалыптастырудың маңызды негізі болып табылады. STEM-білім беру осы дағдыларды практикалық және зерттеушілік әрекет арқылы ұштастырып, оқушылардың өздігінен ізденуіне, сыни және шығармашылық ойлауына, мәселелерді шешуіне, алынған нәтижелерді талдауына және ғылыми қорытынды жасауына мүмкіндік береді.

Зерттеу барысында берілген мәселелерді ойдағыдай шешу және жаңа идеяларды дамыту мақсатында зерттеушілік ойлау проблемаларды шешуге, ақпаратты талдауға және түсіндіруге, сондай-ақ бақылаулар мен тәжірибелер негізінде гипотезалар мен қорытындыларды тұжырымдауға бағытталған тәуелсіз, сыни және шығармашылық ойлау қабілетін білдіреді. Бұл қабілет қазіргі ақпараттық қоғамдағы білім берудің негізгі құрамдас бөлігі болып табылады және оқытудың барлық кезеңдерінде дамуды талап етеді. Төменде білім алушылардың зерттеушілік ойлауының негізгі аспектілері келтірілген:

1. Белсенді оқыту: білім алушылардың оқу процесіне белсенді қатысуын білдіреді. Олар ақпаратты пассивті түрде қабылдап қана қоймай, оны жаңа контексте белсенді түрде зерттейді, талдайды және қолданады. Бұл эксперименттер жүргізуді, тапсырмаларды шешуді, жобаларды құруды және басқа да белсенді оқыту әдістерін қамтуы мүмкін.

2. Сыни тұрғыдан ойлау: білім алушылардан ақпаратты әртүрлі көзқарастар мен ақпарат көздерін сыни тұрғыдан талдау қабілетін талап етеді. Олар негізгі дәлелдерді бөліп көрсете білуі, олардың сенімділігі мен дұрыстығын анықтай білуі және осы талдау негізінде өз пікірлері мен тұжырымдарын тұжырымдай білуі керек.

3. Шығармашылық ойлау: студенттерге проблемаларды шешудің және жаңа білімді құрудың жаңа және стандартты емес тәсілдерін табуға мүмкіндік беретін қабілетін қамтиды. Олар тәжірибе жасауға, тәуекелге баруға және инновациялық идеяларды қабылдауға дайын болуы керек.

4. Жүйелік тәсіл: біртұтас көріністі көру және әртүрлі құбылыстар мен процестер арасындағы байланысты түсіну қабілетін қамтиды. Білім алушылар күрделі жүйелерді талдай білуі, олардың негізгі элементтері мен өзара іс-қимылдарын анықтай білуі, сондай-ақ осы жүйелердегі өзгерістердің ықтимал салдарын болжай білуі тиіс.

Білім алушылардың зерттеушілік ойлауы қазіргі әлемнің өзгермелі жағдайлары мен талаптарына сәтті бейімделуге, кәсіби және жеке дамуға, сондай-ақ қоғамның ғылыми және әлеуметтік дамуына үлес қосуға көмектесетін маңызды дағды болып табылады.

Аналитикалық қабілеттер STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) білім беруде шешуші рөл атқарады, өйткені ғылым мен инженерияның бұл салалары терең талдауды, логикалық ойлауды және күрделі мәселелерді шеше білуді қажет етеді. STEM технологиялары контекстінде аналитикалық қабілеттер инженерлік мәселелерді сәтті шешуге, жаңа технологияларды құруға және инновациялық шешімдерді әзірлеуге қажетті құзыреттілік ретінде қарастырылады. Келесі аналитикалық қабілеттер STEM білім беруде құзыреттілік ретінде көрінеді:

1. Деректерді талдау: STEM білім беру әдетте талдау мен түсіндіруді қажет ететін үлкен көлемдегі деректерді пайдаланады. Аналитикалық қабілеттер STEM мамандарына деректерді терең талдауға, шешім қабылдау немесе жаңа технологияларды әзірлеу үшін пайдаланылуы мүмкін заңдылықтарды, трендтерді және маңызды тәуелділіктерді анықтауға мүмкіндік береді.

2. Проблемалық шешім: STEM білім беру саласында жүйелік талдауды және оңтайлы шешімдерді табуы қажет ететін күрделі инженерлік мәселелер жиі кездеседі. Аналитикалық қабілеттер STEM мамандарына қиын жағдайларды түсінуге, негізгі факторларды анықтауға, баламаларды талдауға және ең қолайлы шешімді таңдауға мүмкіндік береді.

3. Модельдеу және симуляция: STEM білім беру күрделі жүйелер мен процестерді зерттеу үшін модельдеу мен симуляцияны жиі қолданады. Аналитикалық қабілеттер модельдік деректерді талдауға, оларды нақты құбылыстарға сәйкестігін тексеруге және осы талдау негізінде қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

4. Инновациялық ойлау: аналитикалық қабілеттер жаңа технологиялар мен техникалық шешімдерді әзірлеу үшін қажет инновациялық ойлауда маңызды рөл атқарады. Аналитикалық қабілеттер STEM мамандарына заттарды әртүрлі бұрыштардан көруге, стандартты емес шешімдерді табуға және жаңа технологиялардың дамуына үлес қосуға мүмкіндік береді. Осылайша, аналитикалық қабілеттер осы саладағы мамандарға күрделі инженерлік міндеттерді сәтті шешуге, жаңа технологияларды дамытуға және қоғамның ғылыми-техникалық дамуына үлес қосуға көмектесетін STEM білім беруде маңызды құзыреттілікті білдіреді.

Әдістің маңыздылығы – STEM оқытудың аз таралуына қарамастан, XXI ғасырдың маңызды құзыреттерін дамытуға мүмкіндік береді. STEM әдісін биологияны оқытуда қолдану студенттердің ғылыми ойлау қабілетін, теориялық білімдерін, оны өмірлік және әлеуметтік мәселелерде қолдану мүмкіндігін арттырады [10]. Олар ғылыми құбылыстарды түсініп, ғылым мен техниканың қоршаған ортаны қалай өзгертіп жатқанын саралап, ғылыми мәселелерге сыни көзқараспен қарай алатын деңгейге жетеді. Осыған орай, студенттерді инженерлік дағдыларға баулу мақсатында «Өсімдіктерге әсер ететін стресс факторлар» тақырыбында жоба дайындау тапсырылды.

Материалдар мен әдістер

Биология сабақтарында STEM интеграциясын зертханалық жұмыс арқылы жүзеге асыру студенттердің ғылыми білімді нақты өмірлік жағдаяттармен байланыстыра меңгеруіне мүмкіндік береді. Бұл тәсіл ғылым, технология, инженерия және математика бағыттарын өзара кіріктіре отырып зерттеу жүргізуге негізделеді.

Мәселе қою: Сабақ барысында студенттерге нақты жағдаяттық мәселе ұсынылды. «Өсімдіктерге әсер ететін стресс факторлар» тақырыбы бойынша мынадай мәселе ұсынылды: «Ауыл шаруашылығы жерлеріне жақын орналасқан полигоннан жел арқылы ұшқан пластик қалдықтары егістік алқаптарына таралып кеткен. Бірнеше аптадан кейін аумақтағы өсімдіктердің өсу қарқыны баяулап, жапырақтарында сарғаю мен солу белгілері байқалды. Сіз бұл жағдайдың себебін анықтап, пластик қалдықтарының өсімдіктерге

қандай ықпал етуі мүмкін екенін зерттеуіңіз қажет. Осы мәселені шешу үшін қандай ғылыми әдістерді қолданар едіңіз және қандай шешімдер ұсынар едіңіз?»).

Жобалау кезеңі (Engineering): Берілген мәселені шешу мақсатында студенттер эксперименттік жағдайдың моделін әзірледі. Пластик қалдықтарының өсімдіктерге әсерін зерттеу үшін пластик араласқан және таза топырақтағы өсімдіктердің өсуін салыстыруға арналған модель құрастырылды. Эксперимент барысында жарық, суару және температура жағдайлары бірдей деңгейде сақталды. Әр топ өз моделін сипаттап, бақылау кестесін әзірледі және өсімдіктердің өсу көрсеткіштеріндегі айырмашылықтарды салыстырды. Бұл кезең STEM тәсілінің инженерлік және ғылыми компоненттерін өзара байланыстыруға мүмкіндік берді.

Ғылыми зерттеу (Science): Зерттеу барысында бақылау жүргізу, гипотеза құру, деректер жинау және оларды талдау кезеңдері жүзеге асырылды. Зерттеу гипотезасы: пластик қалдықтары бар топырақта өсетін өсімдіктердің өсу қарқыны мен физиологиялық көрсеткіштері таза топырақтағы өсімдіктермен салыстырғанда төмен болады.

Ғылыми зерттеу жұмысы қант құмайы өсімдігі негізінде ұйымдастырылды. Зерттеу барысында екі негізгі топ белгіленді: таза топырақтағы өсімдіктер (бақылау тобы) және пластик қалдықтары араласқан топырақтағы өсімдіктер (эксперимент тобы). Эксперименттік топта топыраққа пластик үгінділері 20%, 40%, 60% және топырақ беті пластикпен қапталған мөлшерінде араластырылып, барлық өсімдіктер бірдей жағдайда егілді. Бақылау кезеңі 3-4 апта бойы жүргізіліп, өсімдіктің өсу биіктігі, жапырақ саны, түсі, тамыр ұзындығы сияқты көрсеткіштер тіркелді. Жиналған мәліметтер диаграмма және кесте түрінде ұсынылып, пластиктің өсімдік дамуына әсер ету дәрежесі анықталды. Бұл зерттеу студенттерге ғылыми әдісті қолданып, экологиялық мәселені тәжірибе арқылы зерделеуге мүмкіндік берді. **Технологияны қолдану (Technology):** Деректерді жинау үшін сандық құрылғылар (температура сенсоры, жарық өлшегіш, фотометр, т.б.) пайдаланылады.

Технологияны қолдану (Technology) және математикалық есептеулер (Mathematics): Зерттеу барысында сандық құрылғылар пайдаланылды. Температура сенсоры арқылы пластиктің топырақтың жылу режиміне ықпалы анықталды, жарық өлшегіш көмегімен жапырақтарға түсетін жарық деңгейі бағаланды. Топырақ ылғалдылығын өлшегіш пластик араласқан топырақтың ылғал сақтау ерекшеліктерін анықтауға қолданылды. Фотометр немесе хлорофилл өлшегіш арқылы жапырақтағы хлорофилл мөлшері бағаланды. Цифрлық таразы көмегімен өсімдіктің ылғал және құрғақ массасы өлшеніп, биомасса көрсеткіштері салыстырылды. Алынған деректер Excel бағдарламасында өңделіп, графиктер мен диаграммалар түрінде ұсынылды. Технологиялық және математикалық құралдарды кешенді қолдану студенттердің ғылыми, сандық және экологиялық сауаттылығын дамытуға мүмкіндік берді.

Нәтижелерді ұсыну: Зерттеу қорытындылары топтық есеп пен презентация түрінде ұсынылды. Бұл жұмыс студенттердің зерттеушілік қабілеттерін, сыни ойлауын, креативтілігін және командалық жұмыс дағдыларын дамытуға бағытталды.

STEM-ге негізделген зертханалық жұмыс барысы

Студенттер «Өсімдіктер физиологиясы» пәні бойынша «Өсімдіктерге әсер ететін стресс факторлар» тақырыбында STEM-ге негізделген зертханалық зерттеу жұмыстарын жүргізді.

Зерттеу мақсаты: полиэтилен пакеттерінің өсімдіктердің өсуі мен дамуына стресстік әсерін анықтау.

Зерттеу объектісі: *Sorghum saccharatum* өсімдігі. *Sorghum saccharatum* (синонимі: *Sorghum bicolor* subsp. *drummondii*, кейде қант соргосы деп аталады) – біржылдық астық тұқымдас өсімдік, негізінен Африкадан шыққанымен, бүгінде барлық құрлықтарда өсіріледі. Оның сабағы тік, жуан және шырынды болып келеді, биіктігі 2-5 метрге дейін жетеді. Жапырақтары ұзынша әрі жүгері жапырағына ұқсайды. Гүлшоғыры шашақ тәрізді, ал тұқымдары ұсақ және дән тәрізді. Бұл өсімдік жоғары жылу мен құрғақшылыққа төзімділігімен ерекшеленеді, вегетациялық кезеңі 90–130 күнге созылады. Сабақ құрамында 10-20% дейін қант кездеседі [11]. Қант соргосы мал азығы (жасыл масса,

сүрлем), биоотын (этанол өндірісі), азық-түлік (жармалық дәндер) және топырақты жақсарту мақсатында кеңінен қолданылады.

Sorghum saccharatum (Қант соргосы) – стресстік жағдайларға, әсіресе құрғақшылыққа, топырақтың тұздануына және жоғары температураға өте төзімді өсімдік. Бұл төзімділік оның тамыр жүйесінің жақсы дамуына, судың тиімді жұмсалыуына және жапырақтарының суды аз буландыру қабілетіне байланысты. Қант соргосының физиологиялық ерекшеліктері (мысалы, С4-фотосинтез жолы) қолайсыз экологиялық жағдайларда да жақсы өнім беруге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, топырақтың ауыр металдармен немесе пластик қалдықтармен ластануына да салыстырмалы түрде төзімді, сондықтан экологиялық зерттеулер мен биоремедиация саласында да қолдануға болады [12].

Қажетті құралдар мен материалдар: ұсақталған полиэтилен қалдықтары, біртекті таза топырақ, пластикалық стакандар, өлшенген мөлшердегі су, өсімдік тұқымдары, өсімдік биіктігін өлшеуге арналған сызғыш және бақылау нәтижелерін жүйелі тіркеуге арналған күнделік.

Қысқаша түсініктеме. Полиэтилен пакеттер – ұзақ ыдырайтын пластик қалдықтар. Олар топырақтың құрылымын өзгертіп, су мен ауаның айналымына кедергі келтіруі мүмкін. Бұл өсімдіктің өсуіне және дамуына кері әсер етуі ықтимал. Осы зерттеуде әртүрлі мөлшерде пакет қосылған топырақтағы өсімдіктің өсу қарқыны мен сыртқы белгілері салыстырылады [13, 14].

Әдістеме. Тәжірибе жүргізу үшін бес бірдей мөлшердегі пластик стакан пайдаланылды. Барлық стакандарға бірдей мөлшерде таза топырақ салынды. Әр стаканға тұқымдары (әрқайсысына 3 тұқымнан) егілді. Тұқымдар бірдей тереңдікке (шамамен 2-3 см) отырғызылды. Тәжірибе топтарына келесі өзгерістер енгізілді:

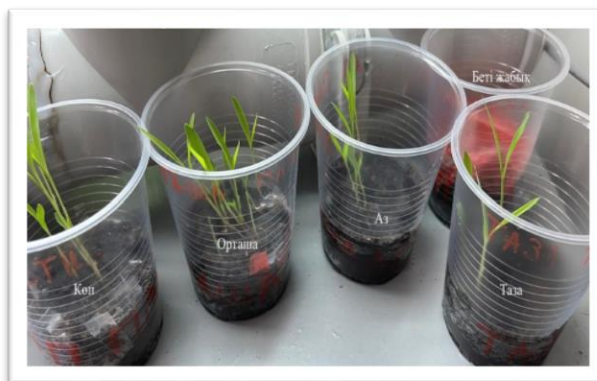
- 1-топ (бақылау): таза топырақ, полиэтиленсіз;
- 2-топ: топырақ беті полиэтилен пакетінің бір қабатымен тығыз жабылды;
- 3-топ: топыраққа алдын ала ұсақтап кесілген полиэтилен пакеттері аз концентрацияда араластырылды;
- 4-топ: топыраққа орташа концентрацияда полиэтилен қосылды;
- 5-топ: топыраққа көп концентрацияда полиэтилен қосылды.

Барлық стакандар бірдей жарық, температура және суару жағдайында орналастырылды. Өсімдіктер табиғи жарықта, бір-екі күн сайын бір рет бірдей мөлшерде суарылып отырды.

Зерттеу барысында:

- Өскіндердің шығу уақыты мен саны тіркелді;
- Сабақ ұзындығы өлшенді;
- Жапырақ саны, түсі мен зақым белгілері күнделікті бақыланды;
- Фотосуретке түсіріліп, күнделік жүргізілді.

Тәжірибе ұзақтығы – 10 күн. Соңында әр стакандағы өсімдіктер топырақтан алынып, тамыр жүйесі мен жалпы өсімі талданды (1-сурет).



Сурет 1 – Зерттеу үшін алынған өсімдік тұқымдары
(биология зертханасында өткізілген тәжірибесі)

Студенттер өсімдік тұқымдарын таза және әртүрлі мөлшерде пластик қалдықтары қосылған топыраққа егіп, екі апта бойы олардың өсу динамикасын бақылаған (1-кесте).

Кесте 1 – *Sorghum saccharatum* өсімдігінің өсуіне пластик қалдықтарының әсері

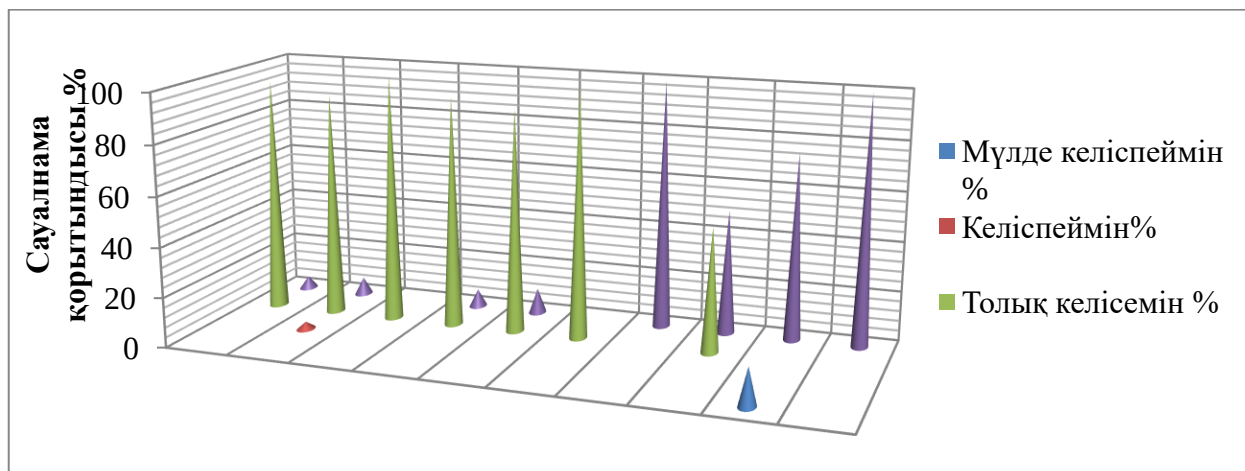
Зерттеу нұсқалары	Пластик әсері / фенологиялық сипаттама	Тамыр ұзындығы/ см	Жер үсті бөлігі өлшемі/ см	Ылғал салмағы /грамм	Құрғақ салмағы/ грамм
Таза топырақта өскен өскіндер	Сабақтары тік, жапырақтары жасыл, өсім қалыпты. Алайда жалпы биіктігі басқа кейбір топтарға қарағанда төмен болды.	14-20 см	24-30 см	127,09 гр	0,68 гр
20 % пластик пен ластанған топырақ	Өскіндердің көбі шықты, бірақ өсу қарқыны баяу.	4-16 см	21-27 см	135, 03 гр	0,75 гр
40 % пластикпен ластанған топырақ	Өсімдіктер өсу қарқыны бастапқыда жақсы нәтиже	12-15 см	10-30 см	113, 1 гр	1,82 гр

Зерттеу нұсқалары	Пластик әсері / фенологиялық сипаттама	Тамыр ұзындығы/ см	Жер үсті бөлігі өлшемі/ см	Ылғал салмағы /грамм	Құрғақ салмағы/ грамм
	берді және кейбір өсімдік тұқымдарының шіріп кеткені анықталды. Бірақ тіршілік ету ұзақтығы басқа нұсқалармен салыстырғанда аз болды. Тамырға ауа жетіспегеннен болуы мүмкін.				
60 % пластикпен ластанған топырақ	Тұқымның өнгіштігі 30 % болды және кейбірі пластикпен ластанған топырақ нәтижесінде өсімдік тұқымдары шіріп өсу көрсеткіші төмендеді.	12-16 см	20-36 см	123,9 гр	0,67 гр
Беті пластикпен қапталған топырақ	Жарық пен ауаның шектелуіне қарамастан, кей тұқымдар өсіп шықты. Өскіндер сирек, ұзын, жапырақтары бозғылт және иректелген, қисық формалы қалыптасты.	14-18 см	14-20 см	119,5 гр	1,32 гр

Зерттеу нәтижелеріне сәйкес, таза топырақтағы өскіндер жапырағы жасыл, сабағы тік болғанымен, биіктігі кей топтардан төмен болды. 20% пластик қосылған топырақта өскіндер шыққанымен, өсу қарқыны баяу байқалды. 40% ластанған топырақта өсім жақсы басталғанымен, тұқымдардың біразы шіріп, тіршілік ету мерзімі қысқарды, бұл тамырға ауа жетіспеуінен болуы мүмкін. 60% пластик қосылған топырақта өнгіштік 30% ғана құрап, өсім нашарлады. Ал топырақ беті пластикпен жабылған жағдайда жарық пен ауа шектеулі болса да кей тұқымдар өніп, өскіндер сирек, бозғылт, ирек күйде дамыды. Жалпы алғанда, пластик қалдықтарының мөлшері артқан сайын өсімдік өсуі мен дамуына кері әсері күшейе түсетіні байқалды [15].

Нәтижелер мен талқылау

STEM интеграциясына негізделген зертханалық сабақ студенттердің ғылыми зерттеуге қызығушылығын арттыруға ықпал етті. Зерттеу биология мамандығы студенттерінің екі тобында жүргізілді. Зертханалық сабақ барысында студенттер пластик қалдықтарының қоршаған ортаға және адам денсаулығына ықпалын теориялық тұрғыдан қарастырып, оның өсімдіктерге әсерін эксперимент арқылы зерттеді. Процестерді модельдеу студенттердің теориялық білімін тереңдетуге және зерттелетін құбылыстың мәнін нақтылауға мүмкіндік берді. Оқытушы оқу үдерісінде бағыттаушы рөл атқарып, сұрақтар мен кері байланыс арқылы студенттердің зерттеу әрекетін қолдады. STEM компоненттерін өзара кіріктіру бұрын абстрактілі қабылданған биологиялық процестерді тәжірибе арқылы түсіндіруге жағдай жасады. Пластиктің топырақ пен өсімдіктің өсуіне әсерін зерттеу студенттердің ғылыми білімдерін бекітіп, шығармашылық және зерттеушілік қабілеттерін дамытуға ықпал етті. Сонымен қатар, зертханалық жұмыс студенттердің кейбір бастапқы қате түсініктерін анықтауға және түзетуге мүмкіндік берді. Мысалы, кейбір студенттер пластик қалдықтары тек топырақтың физикалық қасиеттеріне әсер етеді деп есептеген. Эксперимент нәтижелері пластиктің топырақтағы ылғал режиміне, өсімдіктің өсу қарқынына және тұқымның өнуіне де ықпал ететінін көрсетті. Сабақ соңында STEM интеграциясына негізделген сабақтың тиімділігін бағалау мақсатында сауалнама жүргізілді. Сауалнамада сабақ тақырыбының түсініктілігі, зерттеу тапсырмаларына қызығушылық, STEM компоненттерінің өзара байланысын түсіну, білімнің кеңеюі, студенттердің белсенділігі, қате түсініктердің түзетілуі, технологияларды қолданудың тиімділігі, зерттеушілік қабілеттердің дамуы, топтық жұмыста өз пікірін білдіру мүмкіндігі және осындай сабақтарға қайта қатысуға дайындық бағаланды. Нәтижелер STEM тәсілінің студенттердің ғылыми-зерттеу дағдылары мен экологиялық ойлауын дамытудағы әлеуетін көрсетті (2-сурет).



Сурет 2 – Студенттердің сауалнама қорытындысы

Сауалнама нәтижелері STEM негізінде ұйымдастырылған сабақтың тиімділігін көрсетті. Студенттердің 95%-ы сабақ тақырыбын толық түсінгенін, ал 91%-ы зерттеу тапсырмаларының қызықты болғанын атап өтті. Қатысушылардың барлығы (100%) STEM элементтерінің өзара байланысын байқаған, бұл сабақ құрылымы мен мазмұнының жүйелі ұйымдастырылғанын көрсетеді. Сонымен қатар, студенттердің 93%-ы білімдерінің кеңейгенін, 90%-ы сабаққа белсенді қатысқанын, ал 100%-ы бұрынғы қате түсініктерінің түзетілгенін растады. Технологиялық құралдарды қолданудың тиімділігін барлық студент оң бағалады. Зерттеушілік қабілеттердің дамуына қатысты жауаптар біркелкі бөлінгендіктен, бұл бағыттағы жұмысты одан әрі тереңдету қажет. Студенттердің 75%-ының топтық жұмыс барысында өз пікірін еркін білдіруі қолайлы ынтымақтастық ортасының қалыптасқанын көрсетеді. Барлық қатысушылардың осындай сабақтарға қайта қатысуға дайын болуы STEM тәсілінің білім сапасын арттыру және студенттердің зерттеушілік пен шығармашылық қабілеттерін дамыту тұрғысынан әлеуетті тиімділігін айқындайды.

Қорытынды

Мақалада биологияны оқыту барысында STEM тәсілін қолдану тәжірибесі талданды. «Өсімдіктерге әсер ететін стресс факторлар» тақырыбы аясында студенттер полиэтилен қалдықтарының өсімдіктердің өсуі мен дамуына ықпалын зерттеп, инженерлік модельдер құрастырды, ғылыми әдістер мен технологиялық құралдарды қолданды және эксперименттік деректер негізінде қорытынды жасады. STEM-ге негізделген зертханалық сабақ студенттерге теориялық білімдерін тәжірибе жүзінде бекітуге, зерттеушілік және шығармашылық қабілеттерін дамытуға, сондай-ақ топтық жұмыс дағдыларын жетілдіруге мүмкіндік берді. STEM тәсілінің ғылым, технология, инженерия және математика бағыттары өзара байланыста қолданылып, оқу үдерісінің пәнаралық және қолданбалы сипатын күшейтті. Сабақ соңында жүргізілген сауалнама студенттердің STEM элементтерінің өзара байланысын түсінгенін, сабақтың қызықты әрі пайдалы болғанын және бірқатар қате түсініктерінің түзетілгенін көрсетті.

Қорыта айтқанда, зерттеу нәтижелері STEM интеграциясының студенттердің ғылыми көзқарасын қалыптастыруға, экологиялық сауаттылығын дамытуға және биологияны оқыту сапасын арттыруға ықпал ететінін көрсетті. Осы тәсілді болашақ педагогтерді кәсіби даярлау үдерісінде жүйелі қолдану пәнаралық білімді тәжірибемен ұштастыруға және зерттеушілік дағдыларды дамытуға мүмкіндік береді.

Авторлардың үлесі:

Шалабаева К.Ж. – зерттеуді басқарды, әдістемені жасады және мақаланы ғылыми өңдеді.

Токпаев К.М. – зерттеуді жүргізді, нәтижелерді талдады, мақаланы жазуға және өңдеуге қатысты.

Мукашева Д.М., Атабаева А.М. – деректерді жинау және өңдеумен айналысты, нәтижелерді рәсімдеуге қатысты.

ӘДЕБИЕТТЕР:

- 1 Sirajudin N. et al. Developing creativity through STEM education //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2021. – Т. 1806. – №. 1. – С. 012211.
- 2 Nurkeshov B., Mamukova R. Эффективность использования STEM обучения на основе Case-Based Learning в процессе преподавания биологии //Вестник КазНУ. Серия педагогическая. – 2022. – Т. 72. – №. 3. – С. 130–139.
- 3 Ахметова Г. К., Мурзалинова А. Ж. Stem-образование как направление обновления содержания образования в республике Казахстан //Методист. – 2018. – №. 4. – С. 2–5.
- 4 Жошибекова Б. С., Рамазанова А. А., Тукибаева Б. А. Генетиканы оқытуда интеграцияланған stem әдістерін қолдану тиімділігі //Вестник университета Ясави. – 2023. – Т. 2. – №. 128. – С. 343–354.
- 5 Sintema E. J. Effect of COVID-19 on the performance of grade 12 students: Implications for STEM education //EURASIA Journal of mathematics, science and technology education. – 2020. – Т. 16. – №. 7. – С. em1851.
- 6 Iskandar et al. Development of creative thinking skills through STEM-based instruction in senior high school student //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2020. – Т. 1567. – №. 4. – С. 042043.
- 7 Suherman et al. STEM-E: Fostering mathematical creative thinking ability in the 21st Century //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2021. – Т. 1882. – №. 1. – С. 012164.
- 8 Tipmontiane K., Williams P. J. The integration of the engineering design process in biology-related STEM activity: A review of Thai secondary education //ASEAN Journal of Science and Engineering Education. – 2022. – Т. 2. – №. 1. – С. 1–10.
- 9 Ozkizilcik M., Cebesoy U. B. The influence of an engineering design-based STEM course on pre-service science teachers' understanding of STEM disciplines and engineering design process //International Journal of Technology and Design Education. – 2024. – Т. 34. – №. 2. – С. 727–758.
- 10 Guzey S. S., Moore T. J., Harwell M. Building up STEM: An analysis of teacher-developed engineering design-based STEM integration curricular materials //Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER). – 2016. – Т. 6. – №. 1. – С. 2.
- 11 Литвинов М. В. Перспективы использования сахарное сорго //ПЕРСПЕКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ НАУКИ, ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ. – 2011. – С. 157.
- 12 Нафиков М. М. Изучение сахарного сорго в сравнении с другими силосными культурами //Кормопроизводство. – 2010. – №. 4. – С. 22–24.
- 13 Потапова Е. В. Проблема утилизации пластиковых отходов //Известия Байкальского государственного университета. – 2018. – Т. 28. – №. 4. – С. 535–544.

14 Абрамов А., Дрозд М. Н. Полиэтиленовые пакеты как серьезная экологическая проблема в России. Пути решения //Альманах мировой науки. – 2019. – №. 10. – С. 68–70.

15 Корчмару С., Присакар С., Тодираш В. Влияние полиэтилена на продуктивность и образование клубеньков у растений вики //Instruire prin cercetare pentru o societate prosperă. – 2021. – С. 308–313.

REFERENCES:

- 1 Sirajudin N. et al. (2021). Developing creativity through STEM education. Journal of Physics: Conference Series, vol. 1806, no. 1, article 012211. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012211>
- 2 Nurkeshov B., Mamukova R. (2022). Effektivnost' ispol'zovaniia STEM obucheniia na osnove Case-Based Learning v protsesse prepodavaniia biologii [Effectiveness of using STEM education based on Case-Based Learning in teaching biology]. Vestnik KazNU. Seriya pedagogicheskaya, vol. 72, no. 3, pp. 130–139. (in Russian)
- 3 Akhmetova G.K., Murzalinova A.Zh. (2018). Stem-obrazovanie kak napravlenie obnovenia sodержaniya obrazovaniya v respublike Kazakhstan [STEM education as a direction for updating the content of education in the Republic of Kazakhstan]. Metodist, no. 4, pp. 2–5. (in Russian)
- 4 Zhoshibekova B.S., Ramazanova A.A., Tukibaeva B.A. (2023). Genetikany oqytuda integratsialangan STEM ádisterin qoldanu tımdiligi [Effectiveness of using integrated STEM methods in teaching genetics]. Vestnik Universiteta Iasavi, vol. 2, no. 128, pp. 343–354. [in Kazakh]
- 5 Sintema E.J. (2020). Effect of COVID-19 on the performance of grade 12 students: Implications for STEM education. EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, vol. 16, no. 7, article em1851. DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/7893>.
- 6 Iskandar et al. (2020). Development of creative thinking skills through STEM-based instruction in senior high school student. Journal of Physics: Conference Series, vol. 1567, no. 4, article 042043.
- 7 Suherman et al. (2021). STEM-E: Fostering mathematical creative thinking ability in the 21st Century. Journal of Physics: Conference Series, vol. 1882, no. 1, article 012164.
- 8 Tiptmontiane K., Williams P.J. (2022). The integration of the engineering design process in biology-related STEM activity: A review of Thai secondary education. ASEAN Journal of Science and Engineering Education, vol. 2, no. 1, pp. 1–10
- 9 Ozkizilcik M., Cebesoy U.B. (2024). The influence of an engineering design-based STEM course on pre-service science teachers' understanding of STEM disciplines and engineering design process. International Journal of Technology and Design Education, vol. 34, no. 2, pp. 727–758. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10798-023-09798-6>
- 10 Guzey S.S., Moore T.J., Harwell M. (2016). Building up STEM: An analysis of teacher-developed engineering design-based STEM integration curricular materials. Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), vol. 6, no. 1, article 2. DOI: <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1129>
- 11 Litvinov M.V. (2011). Perspektivy ispol'zovaniia sakharnogo sorgo [Prospects for the use of sugar sorghum]. Perspektivnoe razvitie nauki, tekhniki i tekhnologii, p. 157. (in Russian)
- 12 Nafikov M.M. (2010). Izuchenie sakharnogo sorgo v sravnenii s drugimi silosnymi kulturami [Study of sugar sorghum compared to other silage crops]. Kormoproizvodstvo, no. 4, pp. 22–24. (in Russian)
- 13 Potapova E.V. (2018). Problema utilizatsii plastikovykh otkhodov [The problem of plastic waste disposal]. Izvestiia Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta, vol. 28, no. 4, pp. 535–544. DOI: [https://doi.org/10.17150/2223-2968.2018.28\(4\).535-544](https://doi.org/10.17150/2223-2968.2018.28(4).535-544) (in Russian)
- 14 Abramov A., Drozd M.N. (2019). Polietilenovye pakety kak serioznaia ekologicheskaya problema v Rossii. Puti resheniia [Plastic bags as a serious environmental problem in Russia. Solutions]. Al'manakh mirovoi nauki, no. 10, pp. 68–70. (in Russian)
- 15 Korchmaru S., Prisakar S., Todirash V. (2021). Vliianie polietilena na produktivnost' i obrazovanie klubenchkov u rastenii viki [Effect of polyethylene on productivity and nodule formation in vetch plants]. Instruire prin cercetare pentru o societate prosperă, pp. 308–313. (in Russian)

ИНТЕГРАЦИЯ STEM В ПОДГОТОВКЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ: ТРЕНД СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Шалабаева К.Ж., Токпаев К.М. , Мукашева Д.М., Атабаева А.М.*

*Жетысуский университет имени И. Жансугурова,
Республика Казахстан, г. Талдыкорган*

**e-mail: zhangaliyeva85@mail.ru, kuna.1993@mail.ru, danagul.mukasheva.84@mail.ru,
ainur_atabaeva@bk.ru*

Аннотация. В статье описывается пример проведения лабораторного занятия по биологии с использованием STEM-интеграции. Исследование было организовано по теме «Факторы стресса, влияющие

на растения» и направлено на научное изучение влияния полиэтиленовых отходов на физиологические показатели растений студентами. В процессе занятия студенты самостоятельно формулировали гипотезу для решения конкретной ситуативной задачи, создавали инженерные модели, проводили исследования, обрабатывали полученные данные с помощью технологических инструментов и выполняли математические расчёты. В качестве объекта экспериментального исследования был выбран *Sorghum saccharatum* (сахарное сорго). В почву вносились различные количества полиэтиленовых отходов, фиксировались такие параметры, как высота роста растений, количество листьев, длина корней, влажная и сухая масса. Результаты показали, что пластиковые отходы негативно влияют на свойства почвы и темпы роста растений. В ходе занятия все четыре компонента STEM-наука, технология, инженерия и математика – были использованы во взаимосвязи. Студенты связали теоретические знания с реальными ситуациями, освоили научные методы на практике. Результаты анкетирования показали высокую эффективность STEM-подхода: 95% студентов полностью поняли содержание урока, 91% оценили исследовательские задания как интересные. Все участники (100%) отметили взаимосвязь STEM-направлений, что свидетельствует о продуманной структуре занятия. Кроме того, 93% отметили расширение своих знаний, 90% активно участвовали в уроке, а 100% подтвердили, что ранее имевшиеся ошибочные представления были скорректированы. Все студенты признали полезность применения технологических инструментов. Несмотря на равномерное распределение ответов относительно развития исследовательских навыков, стало очевидным, что это направление требует дальнейшего углубления. Свободное высказывание мнений 75% студентов в групповой работе свидетельствует о благоприятной атмосфере в аудитории. Интеграционный опыт способствовал развитию у студентов исследовательских навыков, критического мышления, командной работы и творческого подхода. Статья раскрывает значимость STEM-интеграции в преподавании биологии и доказывает её высокую эффективность в подготовке будущих педагогов.

Ключевые слова: STEM-интеграция, преподавание биологии, лабораторное занятие, полиэтиленовые отходы, научный метод, экологическое исследование, креативное мышление, исследовательские способности студентов.

STEM INTEGRATION INTO BIOLOGY SPECIALIST TRAINING: A KEY TREND IN MODERN EDUCATION

K. Shalabayeva, K. Tokpayev*, D. Mukasheva, A. Atabayeva

Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Republic of Kazakhstan, Taldykorgan

*e-mail: zhangalieva85@mail.ru, kuna.1993@mail.ru, danagul.mukasheva.84@mail.ru,
ainur_atabaeva@bk.ru

Abstract. The article presents an example of conducting a biology laboratory lesson using STEM integration. The research was organized on the topic "Stress Factors Affecting Plants" and aimed at a scientific investigation of the impact of polyethylene waste on the physiological indicators of plants by students. During the lesson, students independently formulated hypotheses to solve a specific situational problem, created engineering models, conducted experiments, processed the obtained data using technological tools, and performed mathematical calculations. The experimental object selected for the study was *Sorghum saccharatum* (sugar sorghum). Various amounts of polyethylene waste were added to the soil, and parameters such as plant height, number of leaves, root length, fresh and dry biomass were recorded. The results demonstrated that plastic waste negatively affects soil properties and plant growth rates. Throughout the lesson, all four STEM components – science, technology, engineering, and mathematics—were applied in an interconnected manner. Students linked theoretical knowledge to real-life situations and mastered scientific methods through practical experience. Survey results indicated the high effectiveness of the STEM-based approach: 95% of students fully understood the content of the lesson, and 91% rated the research tasks as interesting. All participants (100%) observed the interconnection between STEM disciplines, which reflects the well-structured nature of the lesson. Furthermore, 93% reported an increase in their knowledge, 90% actively participated in the lesson, and 100% confirmed that their previous misconceptions were corrected. All students acknowledged the usefulness of technological tools. Although responses regarding the development of research skills were evenly split, it became clear that this area requires further deepening. The fact that 75% of students were able to express their opinions freely during group work indicates a supportive and open atmosphere in the classroom. The integrative experience contributed to the development of students' research abilities, critical thinking, teamwork, and creativity. The article highlights the significance of STEM integration in biology education and proves its high effectiveness in preparing future educators.

Keywords: STEM integration, biology teaching, laboratory class, polyethylene waste, scientific method, environmental research, creative thinking, students' research abilities.

Авторлар туралы мәліметтер:

Шалабаева Куаныш Жанғалиевна – докторант, І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті (Қазақстан, Талдықорған қ., e-mail: zhangaliyeva85@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6973-617X>).

Токпаев Куаныш Марсбекович* – магистр, І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті (Қазақстан, Талдықорған қ., e-mail: kuna.1993@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2102-5245>).

Мукашева Данагул Мадияровна – PhD, І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті (Қазақстан, Талдықорған қ., e-mail: danagul.mukasheva.84@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1590-5852>).

Атабаева Айнура Муратовна – магистр, І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті (Қазақстан, Талдықорған қ., e-mail: ainur_atabayeva@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6888-6715>).

Сведения об авторах:

Шалабаева Куаныш Жанғалиевна – докторант, Жетісуский университет имени И. Жансугурова (Республика Казахстан, г. Талдықорған, e-mail: zhangaliyeva85@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6973-617X>).

Токпаев Куаныш Марсбекович* – магистр, Жетісуский университет имени И. Жансугурова (Республика Казахстан, г. Талдықорған, e-mail: kuna.1993@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2102-5245>).

Мукашева Данагул Мадияровна – PhD, Жетісуский университет имени И. Жансугурова (Республика Казахстан, г. Талдықорған, e-mail: danagul.mukasheva.84@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1590-5852>).

Атабаева Айнура Муратовна – магистр, Жетісуский университет имени И. Жансугурова (Республика Казахстан, г. Талдықорған, e-mail: ainur_atabayeva@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6888-6715>).

Information about authors

Kuanysh Shalabayeva – Doctoral student, I. Zhansugurov Zhetysu University (Taldykorgan, Kazakhstan, e-mail: zhangaliyeva85@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6973-617X>).

Kuanysh Tokpayev* – Master's degree, I. Zhansugurov Zhetysu University (Taldykorgan, Kazakhstan, e-mail: kuna.1993@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2102-5245>).

Danagul Mukasheva – PhD, I. Zhansugurov Zhetysu University (Taldykorgan, Kazakhstan, e-mail: danagul.mukasheva.84@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1590-5852>).

Ainur Atabayeva – Master's degree, I. Zhansugurov Zhetysu University (Taldykorgan, Kazakhstan, e-mail: ainur_atabayeva@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6888-6715>).