

FTAMP 14.35.09

<https://doi.org/10.26577/JES883202615>

**А.Б. Әмірбек¹, А.Н. Жылысбаева^{1*},
К.З. Керімбаева¹, К. С. Халмирзаева²**

¹Өзбекәлі Жәнібеков атындағы Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті, Шымкент, Қазақстан

²М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

*e-mail: zhylysbayeva.akkongyr@okmpu.kz

ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫНДА ХИМИЯНЫ ОҚЫТУДА ЖАСЫЛ ХИМИЯ ПРИНЦИПТЕРІН КІРІКТІРУ ЖӘНЕ БІЛІМ АЛУШЫЛАРДЫҢ КӨЗҚАРАСЫ

Бұл зерттеу Қазақстандағы жоғары оқу орындарында химия пәндерін оқыту барысында жасыл химия принциптерін кіріктіру мен білім алушылардың осы бағыттағы көзқарасы мен практикалық дағдыларын зерттейді. Зерттеудің негізгі мақсаты – Қазақстандағы жоғары оқу орындарында жасыл химия курстарының ұйымдастырылу деңгейін анықтау, білім алушылардың жасыл химия жөніндегі көзқарасы мен практикалық қолдану қабілетін зерттеу. Зерттеу ғылыми-практикалық маңызы тұрғысынан маңызды, себебі жасыл химияны оқу үдерісіне кіріктіру білім алушылардың экологиялық санасын қалыптастырып, болашақ мамандарды тұрақты даму қағидаттарына сәйкес шешім қабылдауға бағыттайды. Бұл тәсіл білім беру сапасын арттыруға, зертханалық тәжірибелерді экологиялық тұрғыдан тиімді ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Зерттеу сапалық және сандық әдіс негізінде жүргізілді, деректер Қазақстанның жоғары білім беру бағдарламаларының бірыңғай платформасы және 156 білім алушы қатысқан сауалнама арқылы жиналды. Бірыңғай платформадан жиналған деректерді талдау нәтижесі «Жасыл химия» бағытында дайындалған курстардың білім беру бағдарламаларына енгізілу дәрежесін анықтауға мүмкіндік берді. Сауалнама деректерін талдау үшін Кронбах альфа коэффициенті, орташа мән мен стандартты ауытқу, Спирмен ранжирлеу корреляциясы және Краскал-Уоллис критерийі қолданылды. Зерттеу нәтижелері білім алушылардың жасыл химияға деген көзқарасы жоғары деңгейде екенін, ал практикалық дағдылары орташа деңгейде екенін көрсетті. Курстар арасында статистикалық мәнді айырмашылық анықталмады, бұл барлық білім алушылардың көзқарасы мен практикада қолдану деңгейі бірдей екенін білдіреді. Зерттеу жұмысы жоғары білім беру жүйесінде жасыл химия принциптерін кіріктірудің тиімділігін көрсетеді және білім беру бағдарламаларын жетілдіруге бағыт береді. Практикалық маңызы – білім алушылардың экологиялық құзыреттілігін дамыту, зертханаларды жасыл химия принциптеріне сәйкестендіру және білім беру процесіне жасыл химияны тұрақты түрде қолдану мүмкіндігін қамтамасыз ету.

Түйін сөздер: жасыл химия, экологиялық құзыреттілік, тұрақты даму, экология, кіріктіре оқыту.

**A.B. Amirbek¹, A.N. Zhylysbayeva^{1*},
K.Z. Kerimbayeva¹, K.S. Khalmirzaeva²**

¹South Kazakhstan pedagogical university named after Ozbekali Zhanibekov, Shymkent, Kazakhstan

²South Kazakhstan University named after Auezov, Shymkent, Kazakhstan

*e-mail: zhylysbayeva.akkongyr@okmpu.kz

Integrating the Green Chemistry Principles into the Teaching Chemistry in Higher Education and Students' Attitudes

This study examines the integration of green chemistry principles into chemistry teaching in higher education institutions in Kazakhstan, as well as students' attitudes and practical skills in this area. The main objective is to determine the level of organization of green chemistry courses in higher education institutions in Kazakhstan and to study students' attitudes towards green chemistry and their practical skills in its application. The study is of great scientific and practical importance, as the integration of green chemistry into the educational process contributes to the formation of environmental awareness among students and guides future specialists towards making decisions in accordance with the principles of sustainable development. This approach makes it possible to improve the quality of education and organize laboratory experiments in accordance with environmental safety requirements. The study was conducted using qualitative and quantitative methods, with data collected from the Unified Platform of Higher Education Programs of Kazakhstan and a survey of 156 students. Analysis of the data collected from the unified platform made it possible to determine the degree of inclusion of courses prepared in the

field of «Green Chemistry» in educational programs. Cronbach's alpha coefficient, mean value, standard deviations were used to analyze the survey data, and Spearman's rank correlation and the Kruskal-Wallis test were used. The results showed that students have a high level of awareness of green chemistry, but their practical skills are at an average level. No statistically significant differences between courses were found, indicating the same level of attitude and practical application among all students. The study demonstrates the effectiveness of integrating green chemistry principles into higher education and provides recommendations for improving educational programs. The practical significance lies in developing students' environmental competence, bringing laboratories into line with the principles of green chemistry, and ensuring the sustainable integration of green chemistry into the educational process.

Keywords: green chemistry, environmental competence, sustainable development, ecology, integrated learning.

А.Б. Амирбек¹, А.Н. Жылысбаева^{1*},
К.З. Керимбаева¹, К.С. Халмирзаева²

¹Южно-Казахстанский педагогический университет имени Өзбекәлі Жәнібеков, Шымкент, Қазақстан

²Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Қазақстан

*e-mail: zhylysbayeva.akkongyr@okmpu.kz

Интеграция принципов зеленой химии в обучение химии в высших учебных заведениях и отношение обучающихся

В данном исследовании изучается интеграция принципов зеленой химии в преподавание химии в высших учебных заведениях Казахстана, а также отношение студентов и их практические навыки в этой области. Основная цель – определить уровень организации курсов по зеленой химии в высших учебных заведениях Казахстана и изучить отношение студентов к зеленой химии и их практические навыки ее применения. Исследование имеет важное научное и практическое значение, поскольку интеграция зеленой химии в учебный процесс способствует формированию экологического сознания у студентов и ориентирует будущих специалистов на принятие решений в соответствии с принципами устойчивого развития. Такой подход позволяет повысить качество образования и организовать лабораторные эксперименты с учетом требований экологической безопасности. Исследование проводилось на основе качественных и количественных методов, данные собирались из Единой платформы программ высшего образования Казахстана и опроса 156 студентов. Анализ данных, собранных с единой платформы, позволили определить степень включенности курсов, подготовленных по направлению «Зеленая химия», в образовательные программы. Для анализа данных опроса использовались коэффициент альфа Кронбаха, среднее значение и стандартное отклонение, были использованы ранговая корреляция Спирмена и тест Краскала-Уоллиса. Результаты показали, что студенты имеют высокий уровень осведомленности о зеленой химии, но их практические навыки находятся на среднем уровне. Статистически значимой разницы между курсами обнаружено не было, что указывает на одинаковый уровень отношения и практического применения у всех студентов. Исследование демонстрирует эффективность интеграции принципов зеленой химии в систему высшего образования и дает рекомендации по совершенствованию образовательных программ. Практическая значимость заключается в развитии экологической компетентности студентов, приведении лабораторий в соответствие с принципами зеленой химии и обеспечении устойчивой интеграции зеленой химии в образовательный процесс.

Ключевые слова: зеленая химия, экологическая компетентность, устойчивое развитие, экология, интегрированное обучение.

Кіріспе

Табиғат пен адам арасындағы байланыстың алшақтығы қазіргі замандағы ең өзекті экологиялық мәселелердің бірі болып отыр. Адамзаттың ғылыми-техникалық прогреске бағытталған қарқынды дамуы экожүйенің тепе-теңдігіне елеулі әсер етіп, қоршаған ортаның ластануы, табиғи ресурстардың сарқылуы және биоалуантүрліліктің азаюы сияқты құбылыстар экожүйелердің тұрақтылығына айтарлықтай қауіп төндіруде.

Осы секілді сын-қатерлер жағдайында әлемдік қоғамдастық тұрақты даму тұжырымдамасын ұсынды, ол қазіргі ұрпақтың қажеттіліктерін қанағаттандыра отырып, болашақ ұрпақтың өмір сүру сапасын сақтау қағидаттарына негізделді.

Тұрақты даму тұжырымдамасы халықаралық дәрежеде мойындалған стратегиялық бағыт. Біріккен Ұлттар Ұйымының (БҰҰ) «Тұрақты даму мақсаттары» (Sustainable Development Goals – SDGs) 2030 жылға дейінгі кезеңге арналған жаһандық іс-қимыл жоспары ретінде қабыл-

данған (un.org., 2025). Бұл мақсаттар табиғи ортаны қорғауға, кедейлікті жоюға, теңсіздік пен әділетсіздікке қарсы күресуге, әлемде бейбітшілік пен гүлденуді қамтамасыз етуге бағытталған. Жалпы алғанда, 17 басты мақсат айқындалған, ол мақсаттардың орындалуы қоғам мен экономиканың барлық салаларының тұрақты дамуына және әрбір адамның өмір сапасын арттыруға ықпал етеді.

Бұл тұжырымдаманы тиімді іске асыру үшін жеке тұлғаның экологиялық құзыреттілігін қалыптастырудың өзектілігі көрініс табады. Экологиялық құзыреттілік – адамзаттың қоршаған ортаға деген саналы көзқарасын, экологиялық мәселелерді түсінуін және оларды шешуге бағытталған жауапты іс-әрекеттерді жүзеге асыру қабілетін сипаттайды. Мұндай іс-әрекеттердің ғылыми және технологиялық негізін жасыл химия принциптері құрайды. Жасыл химия принциптері зиянды немесе улы заттардың қолданылуын азайту, қалдықтардың түзілуін болдырмау, энергия тиімділігін арттыру және жаңартылатын ресурстарды пайдалану сияқты бағыттарды қамти отырып, тұрақты даму мақсаттарын жүзеге асырудың нақты тетігіне айналады (Анастас, Уарнер, 1998). Америкалық ғалымдар Анастас пен Уарнер жасыл химияның 12 принципін ұсынған. Онда қауіпті реагенттердің баламаларын қолдану, химиялық процестерді ұйымдастыруда қоршаған ортаға зиян тимейтін жолын қарастыру, нәтижесінде түзілген өнімнің бізді қоршаған ортаға зиянын тигізбейтіндей ыдырауын қамтамасыз ету, энергия шығынын азайту мәселелері атап көрсетілген.

Жоғары білім беру жүйесінде экологиялық құзыреттілікті қалыптастыру мен жасыл химия принциптерін оқу процесіне кіріктіру өзекті міндеттердің бірі болып табылады. Әлемдік ғалымдардың бұл бағыттағы зерттеулері оның өзектілігін дәлелдей түседі (Этцкорн, Фергюсон, 2023; Делани, 2024). Университет деңгейінде бұл бағыт білім алушылардың экологиялық санасын дамытып қана қоймай, болашақ химия пәні мұғалімдерінің кәсіби қызметін тұрақты даму қағидаттарына негіздеуіне мүмкіндік береді (Армстронг, 2024). Білім алушылар химиялық реакцияларды тұрақты және қауіпсіз көзқарас тұрғысынан талдап, бағалай алуы үшін «жасыл химия» қағидаттарына назар аудару қажет.

Жасыл химияның негізгі идеяларын химия пәндерінің мазмұнына енгізу болашақ мамандарды экологиялық тұрғыдан жауапты шешім қабылдауға, табиғи ресурстарды тиімді пайда-

лануға және өндірістік процестерде экологиялық қауіпсіз технологияларды қолдануға бағыт береді. Сондай-ақ, бұл тәсіл білім беру мен ғылымның ықпалдастығын арттыра отырып, зерттеу жобалары мен тәжірибелік сабақтар арқылы студенттердің экологиялық мәдениетін қалыптастырады.

Зерттеу жұмысының мақсаты – Қазақстандағы жоғары оқу орындарында жасыл химияны кіріктіру тәжірибесін анықтау, білім алушылардың жасыл химия жөніндегі көзқарасы мен практикада қолдану дағдыларын бағалау. Зерттеу үшін келесі зерттеу сұрақтары негізге алынды:

- Қазақстандағы жоғары білім беру жүйесінде жасыл химия бағытындағы курстардың ұйымдастырылу деңгейі қандай?

- Студенттердің жасыл химия жөніндегі көзқарасы (түсінігі) және практикада қолдану дағдылары қандай?

- Әр түрлі курста оқитын білім алушылардың жасыл химия жөніндегі көзқарасы және практикада қолдану дағдыларында айырмашылық болуы мүмкін бе?

Әдебиеттерге шолу

Линторст өз еңбегінде «Жасыл химия» қолдануға ыңғайлы терминология ретінде атап көрсетеді (Линторст, 2010). Зерттеу нәтижесінде «таза химия», «қауіпсіз химия», «тұрақты химия», «қоршаған орта химиясы» секілді терминдер қатар қолданылғанымен, «жасыл химия» ұғымы ең көп таралған, тұрақты түрде қолданылатын термин ретінде анықталған.

Жасыл химияның рөлі білім беру жүйесінде анық көрінеді. Жасыл химияны тек оқу бағдарламаларына енгізіп қана қоймай, білім алушылардың оқу тәжірибесі мен өмірлік тәжірибесінде қолдануды қамтамасыз ету қажет. UC Berkeley университетінің мысалы көрсеткендей (Армстронг, 2024a:3273), жасыл химияны оқу бағдарламасына енгізу үшін алдымен оқытушылар мен ассистенттердің қолдауының маңызы зор екені айтылады. Зертханалық тәжірибелерге кіріктіру барысында pre-test пен post-test болуы, зертханалық нұсқаулықтар, оқытушылар мен ассистенттерге арналған нұсқаулықтар бір жүйеге келуі қажет. Яғни, алдымен оқытушылар мен ассистенттерді қолдау мен оқыту қажеттілігі туындайды. Осылайша, білім алушылар жасыл химия принциптерін химия пәндерінде кіріктіре оқи алады және оқытушылар зертханалық нұсқаулықтарды сабақ барысында сенімді түрде қол-

дана алады. Сонымен қатар, оқу бағдарламасын ұйымдастыру барысында жасыл химия контенті мен педагогиканы үйлестіру, принциптерін кіріктіру, бағалау мен кері байланыстың маңызы үлкен екенін көрсетеді (Армстронг, 2021). Жасыл химия курсы білім алушылардың жасыл химияны түсінуі және практикалық дағдылары топтар арасында айтарлықтай өскенін дәлелдеді. Тек теориялық білімнің жетілуі емес, кіріктіру үдерісі білім алушылардың күнделікті қолдану дағдыларына да оң әсер еткенін көрсетеді.

Солтүстік Америка, Еуропа, Азияның алдыңғы қатарлы елдеріндегі химия пәндеріне жасыл химия принциптерін кіріктіру тәжірибесі бакалавр деңгейіндегі оқу бағдарламалары үшін іске асырылған. Зерттеуде жалпы және бейорганикалық химия пәндеріне басымдық берілген (Этцкорн, Фергюсон, 2023). Сонымен қатар, 2000-2024 жылдар аралығында жасалған жүйелі зерттеудің нәтижесі жасыл химия принциптерінің органикалық химия пәніне көбірек кіріктірілгенін көрсеткен (Гунбаттар, 2025). Бұл зерттеуде жасыл химия принциптерін кіріктіру бойынша талдау жасалған. Ең жиі қарастырылған жасыл химия принциптердің бірі «жаңартылатын шикізатты пайдалану» болса, ең аз қарастырылған «туынды өнімдерді азайту» принципі болған. Жасыл химияны кіріктірген зертханалық жұмыстар болғанымен, жасыл және тұрақты химияны оқыту (GSCE – Green and Sustainable Chemistry Education) бағытында ұйымдастырылатын зертханалық жұмыстарды әлі де кеңірек қолдануды талап ететіні көрсетілген. Органикалық химияны оқытуға арналған жасыл химияны кіріктіру жағдайында зерттеушілер (Дэй, 2024) негізгі төрт принципті ұсынады: химиялық процестерге назар аудару, қиын тақырыптарды біртіндеп меңгеру, тәжірибелер арқылы шешім қабылдап үйрену және оқыту барысында ақпаратты жеңіл жеткізу. Білім алушылар жасыл химияны кіріктіре оқу барысында меңгерген білімін өмірдің түрлі кезеңдерімен және әр түрлі салалармен байланыстыра алады.

Басқа да маңызы бар зерттеу жұмыстарын қарастыратын болсақ, (Мелай Чен, 2025), зерттеуде 2000 жылдан бері рецензияланатын ғылыми журналдарда жарық көрген, нақты оқыту әдістері көрсетілген 45 мақалаға талдау жасалған. Оның нәтижесінде жасыл химияны кіріктіру тәжірибесі бойынша ең жиі қолданылатын әдістер қатарына пәнаралық байланыспен аралас оқыту тәсілдері кіретіні анықталған. Оның ішінде 19 мақалада топтық оқыту тәсі-

лі пайдаланылған. Сондай-ақ, Саша М. Миладинович зерттеулерінде жасыл аналитикалық химия курсына джигсо техникасын қолдану білім алушылардың ойлау қабілетін жетілдіріп, болашақта экологиялық мәселелерді шешу қажет болатын дағдыларды дамытуға ықпал ететіні көрсетілген (Миладинович, 2025). Бұл курстың құрылымында ынтымақтастыққа негізделген оқыту, кейс-талдаулары және ғылыми мақалаларды талдау сияқты белсенді оқыту әдістері қолданылған. Сонымен қатар, кіріктірілген сабақтарда жасылдықты бағалау құралдарын, тұрақтылықты көрсететін талдау әдістерін (stability-indicating assays) пайдаланған: Ұлттық экологиялық индексі, жасыл аналитикалық процедура индексі, Analytical greenness құралы. Жасыл аналитикалық химияны зерттеу мен талдау жүргізу кезінде ұсынылатын еріткіштерге басымдық берілген, қолдануға болатын және зиянды еріткіштерді топтастырған.

Келесі зерттеуде (Ваз, 2025) жасыл химия принциптерін оқыту үшін PBL (Problem-based learning) әдісінің артықшылықтарын бағалаған. Тиімді нәтиже болуы үшін PBL әдісін қолдануға уақыт жеткіліксіздігі мәселе болуы мүмкін. Алайда, зерттеу нәтижесі PBL арқылы білім алушылардың мәселені шешу, өз бетінше шешім қабылдау секілді дағдылары қалыптасқанын көрсетеді. Ал білім алушылардың жасыл химия принциптерін қаншалықты меңгергенін анықтау үшін квази-эксперименттік АВ әдістемесі қолданылып, оң нәтижелі болғанын көрсеткен.

Келесі авторлар (Армстронг, 2024б:3265) зертхананы дәстүрлі форматтан алшақтатып, шешім қабылдауға бағытталған зертханалық модель енгізіп, «design challenge» форматында ұйымдастырған. Зертханада студенттердің өз экспериментін жобалау, жасыл химия көрсеткіштері бойынша талдау жүргізу және экологиялық шешімдер қабылдау форматы студенттердің пәндік және экологиялық сауаттылығын арттыруда тиімді екені анықталған. Жасыл химияны зертханалық сабақтарға енгізу білім алушылардың шынайы өмірдегі жағдайларды ескеріп, экологиялық, экономикалық және технологиялық дұрыс шешімдерді қабылдауына мүмкіндік береді (Чжан, 2023). Зерттеуде дайын нұсқаулықпен орындалатын зертханалық жұмыстар тек механикалық әрекеттерге үйрететінін, ал жасыл химияға негізделген сабақтар білім алушылардың дербес ойлауын, талдауын, аргумент құра отырып талдау жасайтынын нақты мысалдармен келтірген. Сондай-ақ, авторлар экологиялық

бағалау құралдарына 12 принципке негізделген жасыл химия критерийлерін, реагенттердің қауіптілік деңгейі бойынша бағалауын, реакция жолдарының тиімділігін жүйелі салыстыруды, жобаға негізделген бағалауды жатқызады. Осының барлығы жасыл химияны зертханалық сабақтарға кіріктіруде экологиялық бағалаудың сапалық әдістері маңызды орын алатынын және білім алушылардың экологиялық жауапкершілікке негізделген ғылыми шешім қабылдау қабілетін дамытатынын дәлелдейді.

Тұрақты химиялық процестерді ашу, оны ілгерілету жұмыстарын жасау үшін «жасыл химия» принциптерін оқу жоспарларына енгізудің маңыздылығы бар (Сетхи, 2023).

Алайда, жасыл химия принциптерін кіріктіру бойынша халықаралық зерттеулердің болуына қарамастан, Қазақстандағы жоғары оқу орындарында химия пәндерін оқытуда «Жасыл химия» принциптерін кіріктіріп оқыту тәжірибесі жеткіліксіз. Осы бағыттағы отандық зерттеулер өте аз және әдеби шолу барысында келесі бірқатар жұмыстар ғана анықталды. Анықталған зерттеудің бірінде «Жасыл химия» элективті курсын енгізу білім алушылардың экологиялық мәдениетін қалыптастыруға, оқу үлгерімін жақсартуға ықпал ете отырып, оқу процесін практикамен байланыстыруға мүмкіндік беретіні көрсетілген (Садуақас & Далабаева, 2023). Ал келесі зерттеуде жасыл химия принциптерін білім беру бағдарламаларына енгізу тұрақты даму және экологиялық білім беру тұрғысынан басым бағыттардың біріне айналып келе жатқандығы айтылған (Фархадова, 2023). Осылайша, отандық жоғары білім беру контекстінде химия педагогтарын дайындауда жасыл химия принциптерін кіріктіріп оқытуды дамытуға бағытталған зерттеу жүргізу қажеттілігін көрсетеді.

Зерттеу әдістері

Зерттеуде сапалық және сандық әдістер қолданылды. Жасыл химия және оның принциптерін химиялық білім беруде қолдану бойынша жарияланған ғылыми еңбектерге Scopus, Web of Sciences, Science direct, Google Scholar дерекқорлар базасы бойынша әдеби талдау жасалды. Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім министрлігінің жоғары білім берудің бірыңғай платформасында (ЖБББП) жарияланған деректер (epvo.kz, 2025) негізінде Қазақстан

дағы жоғары оқу орындарында «Жасыл химия» бағыты бойынша курстардың енгізілуіне талдау жасалып, енгізілген білім беру бағдарламалары (БББ) іріктеліп алынды. Іріктеудің мақсаты – Қазақстанның жоғары оқу орындарында «Жасыл химия» бағытында дайындалған курстардың БББ-ға енгізілу дәрежесін анықтау.

Білім алушылардың жасыл химия саласындағы білімін, көзқарасы мен қолдану тәжірибесін талдау үшін сауалнама алынды. Сауалнамаға бакалавр (B012 Химия мұғалімдерін даярлау) және магистратура (M013 Химия педагогтерін даярлау) бағдарламалары бойынша оқитын 156 білім алушы қатысты.

Зерттеуде қолданылған сауалнама сұрақтары Ғазали және Яхала (2022) ұсынған жасыл химия бойынша білім деңгейі, хабардарлық және практика индикаторларын өлшеу әдістемесінен алынған және зерттеу контекстіне бейімделген.

Сауалнама екі бөлімнен тұрады, 1-бөлім – білім алушылардың демографиялық деректері. Оқу курсы жайлы деректер жинау респонденттердің жауаптары сауалнама көрсеткіштеріне ықпалын талдауға негіз болды. 2-бөлім – жасыл химия жөнінде білімін анықтайтын сұрақтар. Жоғарыда кестеде көрсетілгендей, 2-бөлім А және В бөлімшелерінен тұрады. А бөлімі жасыл химияға көзқарасын анықтауға арналған 15 сұрақтан, В бөлімі жасыл химияның практикалық қолданысы жайлы білуге негізделген 14 сұрақтан тұрады. Сұрақтар 5 балдық Ликерт шкаласы бойынша құрастырылды (1 – мүлде келіспеймін, 2 – келіспеймін, 3 – бейтарап, 4 – келісемін, 5 – толықтай келісемін) (Өз, Өздемир, 2022). Сенімділік Кронбах альфа (α) арқылы бағаланды. Әрбір бөлім үшін орташа мәні мен стандартты ауытқуы талданды (Кохэн, 2018: 762).

Деректердің нормалдылығын анықтау үшін респонденттердің саны 50-ден көп болса, Колмогоров-Смирнов тесті, 50-ден аз болса Шапиро-Уилк тесті қолданылады. Зерттеуге 156 респондент қатысқандықтан, Колмогоров-Смирнов (Кохэн, 2018а: 840) тесті қолданылды. Параметрлік емес көрсеткішке сүйенсек, айнымалылар арасындағы айырмашылықтарды бағалау үшін Spearman rank корреляциясы, топтар арасындағы айырмашылықтарды анықтау үшін Kruskal-Wallis критерийі (Кохэн, 2018б: 797) қолданылды. Барлық статистикалық талдаулар IBM SPSS Statistics 27.0.1 IF026 бағдарламасы арқылы жүргізілді.

1-кесте

Сауалнама сұрақтары

Бөлім	Сауалнаманың негізгі сұрақтары
А-бөлімі Жасыл химияға білім алушылардың көзқарасы	1. Таза табиғатта болсам, стрессті азайта аламын. 2. Мен зиянды химиялық заттардан ластанбаған табиғи ортада уақыт өткізгенді жақсы көремін. 3. Қоршаған орта химиялық заттармен ластанғанда мен уайымдаймын. 4. Уайымдағанда мен табиғатқа шығып, химиялық ластанудан алыстағандай сезінемін. 5. Мен жасыл химия химиялық заттардан болатын қоршаған орта ластануын азайтуға көмектесетінін білемін. 6. Мен жасыл химия тәжірибелері қоршаған ортаны қорғаудың маңызды екенін көрсеткенін түсінемін. 7. Мен жасыл химия тәжірибелері қоршаған ортаның тұрақтылығын сақтауға көмектесетінін білемін. 8. Мен жасыл химия тәжірибелері қайта өңдеуге болатын химиялық заттардан өнімдер шығаратынын түсінемін. 9. Мен химиялық қайта өңдеуді басқару жоспарланғандай дұрыс жүріп жатқан жоқ деп ойлаймын. 10. Егер менің әрекеттерім қоршаған ортаға зиян келтірсе, мен жауап беремін. 11. Өз кәсіби және жеке тәжірибемде жасыл химия қағидаттарын қолдану мүмкіндігі маған жоғары деңгейдегі қанағаттану сезімін тудырады. 12. Жасыл химия менің өмірімді қоғаммен бірге мағыналы етеді. 13. Мен қоғаммен бірге жасыл химия қағидаттарында ұсынылған іс-әрекеттерді орындауға жауаптымын. 14. Жасыл химияға қамқорлық қоғамның жалпы әл-ауқатын жақсартуға ықпал етеді. 15. Білік қоғамдастықта жасыл химия науқанын толық және жүйелі түрде жүзеге асыруға жауапты.
В-бөлімі Практикалық қолданысы	1. Мен күнделікті өмірімде заттарды қайта өңдеу әдетін тұрақты түрде қолданамын. 2. Қалдықтарды ретпен және тиімді жою – қоршаған ортаға жауапкершілікті арттырудың маңызды жолы. 3. Мен қоршаған ортаны қорғау үшін экологиялық таза материалдарды пайдаланып, қайта өңделетін бұйымдарды қолдануға басымдық беремін. 4. Мен айналадағы адамдарға экологиялық таза материалдарды қолдануды үнемі айтып жүремін. 5. Мен жасыл химияға арналған іс-шараларға белсенді түрде қатысамын. 6. Мен қоқысты тастамас бұрын оны түріне қарай – пластик, шыны, металл, қағаз және тағам қалдықтары деп бөлім жинаймын. 7. Мен тағамды сақтау үшін пластикалық контейнерлерді қолдануды азайтамын. 8. Мен зиянкестерді жою кезінде тек су негізіндегі аэрозоль түріндегі инсектицидтерді қолданамын. 9. Мен артық тағам майын су арналарына немесе дренаж жүйелеріне (мысалы, арықтарға, өзендерге, батпақтарға, теңіздерге) төкпеймін. 10. Бөлмеден, сыныптан немесе зертханадан шыққанда барлық қосқыштардың сөндірілгеніне көз жеткіземін. 11. Мен қалдықтарды қайта өңдеуге болатын және қайта өңдеуге келмейтін деп бөлемін. 12. Мен қағаздың екі бетін де тиімді пайдаланамын. 13. Мен қолданған қағаз материалдарын қайта өңдеуге тапсырамын. 14. Мен қолданған шыны материалдарды қайта өңдеуге беремін.

Дереккөз/Ескертпе: Берілген кестені материалдарды талдау негізінде авторлар құрастырған

Нәтижелер мен талқылау

Жоғары білім берудің бірыңғай платформа-сында білім беру бағдарламаларының тізімі не-гізінде іздеу жүргізілді. Жалпы «Химия» білім беру бағдарламасы бойынша іздеу нәтижесінде 288 БББ табылды. Оның ішінде 136 БББ бакалавр

деңгейі бойынша, ал 99 БББ магистратура бойын-ша. Платформада жарияланған білім беру бағдар-ламаларының тізілімі бойынша еліміздің бірнеше оқу орындарында «Жасыл химия», «Жасыл хи-мияға кіріспе», «Жасыл синтез», «Жасыл химия және инженерия» және «Тұрақты дамуға арнал-ған жасыл химия» сияқты курстар әзірленген.

2-кесте

«Жасыл химия» бағытындағы курстар енгізілген БББ

Курс атауы	БББ	Жоғары оқу орнының атауы
Жасыл химия	6B01504 Химия	Ш.Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті
	6B01519 Химия-Биология	Ө.Жәнібеков атындағы Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті
	6B01511 Химия-Биология	Шымкент университеті
	6B01503 Химия	Шымкент университеті
Жасыл химияға кіріспе (Траектория 1) / Жасыл синтез (Траектория 2)	6B01516 Химия-Биология	Қорқыт ата атындағы Қызылорда университеті
Жасыл химияға кіріспе / Жасыл аналитикалық химия (Minor 1)	6B01504 Химия	Қорқыт ата атындағы Қызылорда университеті
Жасыл химия және инженерия	6B01504 Химия	Ы.Алтынсарин атындағы Арқалық педагогикалық университеті
Жасыл химия негіздері	6B01503 Химия	Астана халықаралық университеті
Экологиялық және жасыл химия	6B01518 Химия-Биология	Alikhan Bokeikhan University
Жасыл химия	7M01503 Химия	Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті
Тұрақты дамуға арналған жасыл химия	7M01541 Химия	Әлкей Марғұлан атындағы Павлодар педагогикалық университеті
Жасыл химиялық білім беру	7M01515 Химия	Қорқыт ата атындағы Қызылорда университеті
Green chemistry	7M01506 Химия	Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университеті
Жасыл химия процестері	7M01504 Химия	Ө.Жәнібеков атындағы Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті

Дереккөз/Ескертпе: Берілген кестені материалдарды талдау негізінде авторлар құрастырған

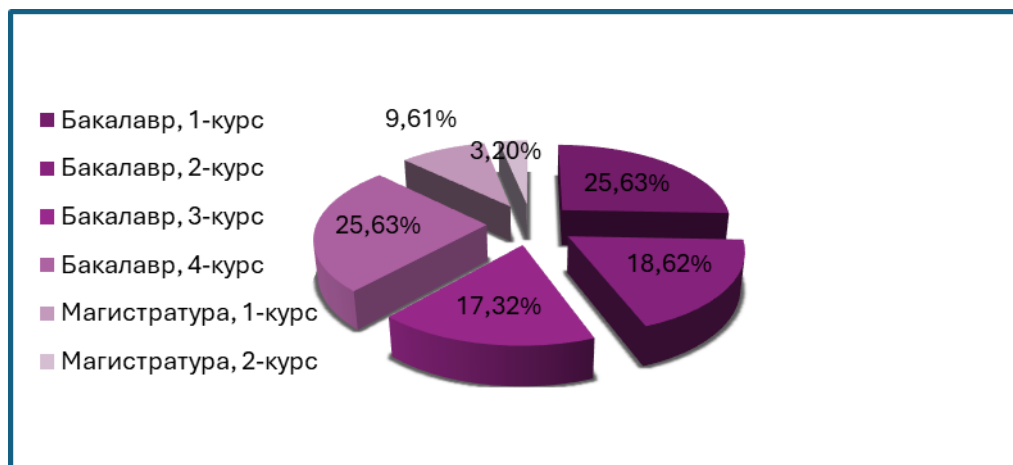
Көрсетілген кестеде Қазақстанның жоғары оқу орындарында «Жасыл химия» бағытындағы БББ жүйеленіп көрсетілген. Бакалавр деңгейінде 9 БББ-ға, магистратура бойынша 5 БББ-ға «Жасыл химия» курстары енгізілген. Айрықша назар аударатын жайт, біршама білім беру бағдарламаларына «Жасыл химия» курсы енгізілгенімен, аналитикалық химия пәнінде ғана арнайы «Жасыл аналитикалық химия» курсы әзірленіп, жасыл химия принциптері пәнге кіріктірілген. Бұл әдіс білім алушылардың практикалық дағдыларын тұрақты даму принциптерімен үйлестіруге мүмкіндік береді.

Екінші зерттеу сұрағы бойынша білім алушылардың жасыл химияға көзқарасы мен оны практикада қолдану тәжірибелерін талдау қажет болғандықтан, талдауда бірнеше статистикалық көрсеткіш пайдаланылды.

Сауалнамаға 156 респондент қатысты. Оның ішінде 136 (87,2%) бакалавр және 20 (12,8%) магистратура деңгейлері бойынша білім алушылар. Демографиялық деректердің көрсетуінше, 1-курс білім алушыларының саны – 40, 2-курс – 29, 3-курс – 27, 4курс – 40, 1-курс (магистратура) – 15, 2-курс (магистратура) – 5.

1-сурет

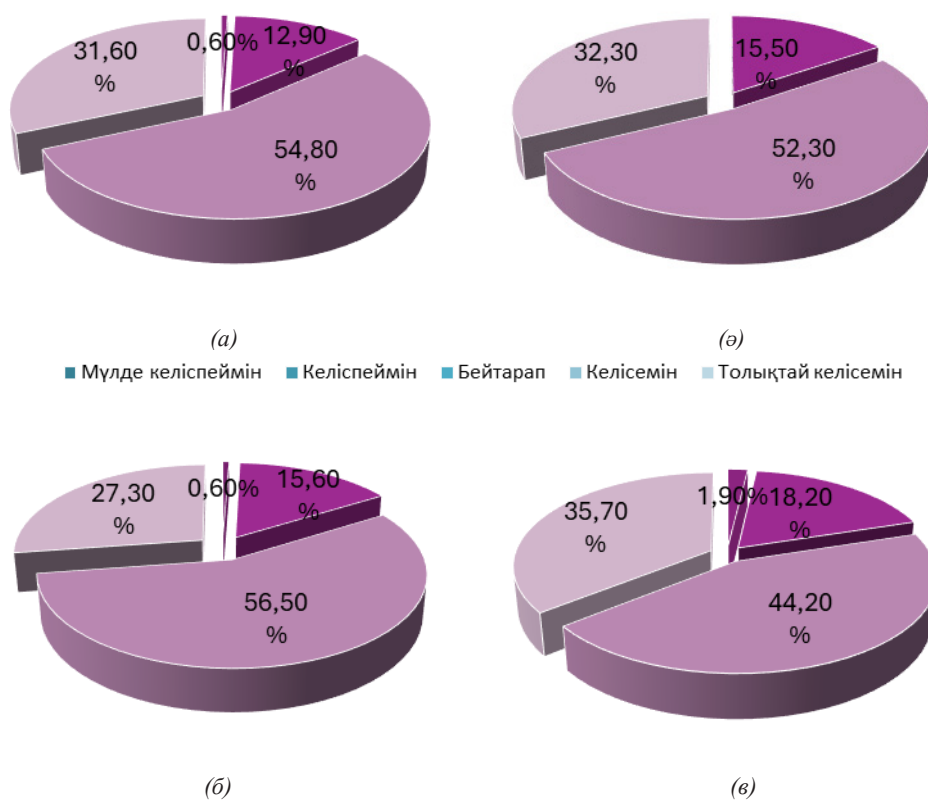
Сауалнамаға қатысқан білім алушылар



Дереккөз/Ескертпе: Берілген суретті материалдарды талдау негізінде авторлар құрастырған

2-сурет

Сауалнама нәтижелері



(а) Жасыл химия тәжірибелері қоршаған ортаны қорғаудың маңызын көрсетеді

(б) Артық тағам майын су арналарына немесе дренаж жүйелеріне төкпеу дағдысы

(в) Сыныптан немесе зертханадан шыққанда қосқыштардың сөндіру дағдысы

Дереккөз/Ескертпе: Берілген суретті материалдарды талдау негізінде авторлар құрастырған

Білім алушылардың басым бөлігі (86,4%) жасыл химияның табиғатты қорғаудағы рөлін жақсы түсінеді. Бұл көрсеткіш білім алушылардың экологиялық жауапкершілігінің жоғары екенін көрсетеді. 84,6% респондент жасыл химияның қоршаған ортаның тұрақтылығын сақтауда маңызды рөл атқаратынын мойындайды. Ал білім алушылардың 83,8%-ы артық тағам майын су арналарына төкпеу арқылы экологиялық нормаларды сақтайтынын көрсеткен. Бұл әдет жақсы қалыптасқанымен, бейтарап жауаптардың үлесі (15,6%) бұл дағдыны күшейту қажет екенін көрсетеді. 79,9% білім алушы энергияны үнемдеу әдетін ұстанады. Бұл көрсеткіш теориялық түсініктің жоғары болғанымен, практикалық орындау деңгейі әлі жеткілікті болмауын, энергия үнемдеу дағдысының толық қалыптаспағанын көрсетеді. Жалпы, сауалнама нәтижелері бойынша практикалық дағдыларында бейтарап жауаптар байқалады, бұл дағдыларды нығайту қажет екенін білдіреді. Сауалнамадағы бірнеше сұрақ үлгі ретінде сипаттамалық талдау жасалды, келесі кезеңде барлық сұрақтар IBM SPSS Statistics 27.0.1 IF026 бағдарламасы арқылы статистикалық тұрғыдан өңделіп, нәтижелердің дәлдігі мен сенімділігі жан-жақты талданды.

Біріншіден, сауалнама сұрақтарының ішкі сапасын анықтау үшін Кронбах альфа коэффициенті қолданылды. Сауалнама нәтижелері бойынша жасыл химияға қатысты екі бөлімнің сұрақтары үшін Кронбах альфа коэффициенті 0.932-ге тең болды. Бұл көрсеткіш сұрақтардың бір-бірімен логикалық байланысы мен үйлесімділігінің болуын, өлшемнің сенімділігін көрсетеді. Сонымен қатар, Кронбах альфа коэффициенті респонденттердің сұрақтарды түсініп, ойланып жауап бергендігінің көрсеткіші.

Екіншіден, білім алушылардың көзқарасы мен практикалық дағдысының жалпы деңгейін сипаттау үшін орташа мәні мен стандартты ауытқуы есептелді. Жасыл химия жөнінде әр бөлімнің орташа мәні (mean) сауалнамаға жауап берушілердің жалпы тенденциясын сипаттайды, стандартты ауытқу (SD) жауаптардың шашыраңқылығы немесе бірізділігін анықтайды. Яғни, SD төмен болуы респонденттердің жауаптары біркелкі екенін, ал SD жоғары болуы сауалнамаға қатысушылардың жауаптары әртүрлі екенін көрсетеді.

3-кестеде көрсетілген нәтижелері бойынша, білім алушылардың жасыл химия жөнінде түсініктері жоғары деңгейде (А бөлімі: $M = 4,62$, $SD = 0,498$), ал практикалық дағдылары орта

деңгейде (А бөлімі: $M = 3,10$, $SD = 0,502$). Білім алушылар теориялық білімді күнделікті қолданысқа енгізбеген. Сонымен қатар, респонденттердің жауаптарының арасында іс-тәжірибелік айырмашылықтар көрінеді. Практикалық қолданысы орташа деңгейде болу себебі теория мен практика арасында байланыстың аз болуынан, жасыл химия қағидаттарын күнделікті және оқу үдерісінде белсенді қолданбайтыны көрінді.

3-кесте

Жасыл химия жөнінде хабары болуы мен практикалық қолдану бөлімдері үшін орташа мән мен стандартты ауытқу

Бөлім	Орташа мән (Mean)	Стандартты ауытқу (SD)
Жасыл химияға көзқарасы	4.62	0.498
Практикалық дағдылар	3.10	0.502

Дереккөз/Ескертпе: Берілген кестені материалдарды талдау негізінде авторлар құрастырған

Үшіншіден, білім алушылардың көзқарасы мен практикалық дағдысының арасындағы өзара байланысын анықтау қажет. Колмогоров-Смирнов тесті бойынша нәтиже $p < 0.05$ ($p = 0.001$) шықты. Бұл нәтиженің нормальды емес екенін білдіреді. Сондықтан корреляцияны анықтауда Спирмен ранжирлеу критерийі қолданылады. Бұл білім алушылардың жасыл химия жөнінде көзқарасы олардың жасыл химияны практикада қолдану деңгейімен қаншалықты үйлесімде екенін көрсетеді.

4-кестедегі нәтижелер бойынша, корреляция коэффициенті $r = 0,587$. Яғни, А бөлімі (жасыл химияға көзқарасы) мен В бөлімі (практикалық дағдылар) арасында орташа күшті байланыс бар. Білім алушылардың теориялық білімі жоғары болған сайын, практикалық дағдылары күшейеді, бірақ әрдайым емес. Көрсеткіш нәтижесі бойынша, кейбір білім алушылардың теориялық білім деңгейі жоғары болғанымен, практикада қолдана бермейді деп түсіндіріледі. Ал статистикалық мәнділіктің көрсеткіші ($p < 0.001$) байланыстың кездейсоқ еместігінің дәлелі.

Төртіншіден, әр түрлі курста оқитын (бакалавр деңгейі – 1-4 курс, магистратура – 1-2 курс) білім алушылардың арасында жасыл химия жө-

нінде көзқарасы мен практикалық қолданысы бойынша айырмашылықты көру үшін Краскал-Уоллис критерийі қолданылды. Зерттеу сұрағы әр түрлі курста оқитын білім алушылардың жасыл химия жөніндегі көзқарасы және практи-

када қолдану дағдыларында айырмашылықты анықтау. Гипотеза: курс бойынша білім алушылардың жасыл химияға көзқарасы мен практикалық дағдылары арасында статистикалық мәнді айырмашылық бар.

4-кесте

Спирмен ранжирлеу корреляциясы

		Жасыл химияға көзқарасы	Практикалық дағдылар
Жасыл химияға көзқарасы	Корреляция коэффициенті	1,000	0,587
	Статистикалық мәнділік (екі жақты)		< 0.001
	N	156	156
Практикалық дағдылар	Корреляция коэффициенті	0,587	1,000
	Статистикалық мәнділік (екі жақты)	< 0.001	
	N	156	156

Дереккөз/Ескертпе: Берілген кестені материалдарды талдау негізінде авторлар құрастырған

5-кесте

Тәуелсіз айнымалылар үшін Краскал-Уоллис критерийінің қорытындысы

	Жасыл химияға көзқарасы	Практикалық дағдылар
N	156	156
Критерий статистикасы (χ^2)	5,763	4,623
Еркіндік дәрежесі (df)	5	5
Асимптотикалық мәнділік (p), (екіжақты критерий)	0,330	0,464

Дереккөз/Ескертпе: Берілген кестені материалдарды талдау негізінде авторлар құрастырған

Кестеде келтірілген Краскал-Уоллис критерийінің қорытындысы бойынша гипотеза теріске шығарылды, яғни курстар арасында статистикалық мәнді айырмашылық жоқ. Егер $p \leq 0,05$ болса, айырмашылық статистикалық маңызды деп есептеледі. Ал жасыл химияға көзқарасы мен практикалық дағдылары бойынша $\chi^2=5,763$, $p = 0,330$ және $\chi^2=4,623$ $p = 0,464$ болғандықтан, айырмашылық статистикалық маңызды емес болып табылады. Яғни, гипотеза расталмады, курс бойынша білім алушылардың жасыл химияға көзқарасы мен практикалық дағдылары арасында статистикалық мәнді айырмашылық жоқ. Краскал-Уоллис критерийі бойынша барлық

курс білім алушыларының жасыл химияға деген көзқарасы мен практикалық дағдылары бірдей деңгейде деп қорытынды жасауға болады.

Қорытынды

Зерттеу нәтижелері Қазақстанның жоғары оқу орындарында «Жасыл химия» принциптерін кіріктірудің өзектілігін, жасыл химия принциптері білім алушылардың экологиялық құзыреттілігін дамытуға бағытталғанын көрсетті. Жоғары білім беру жүйесінің білім беру бағдарламаларында жасыл химия бағытындағы курстардың енгізілуі мен химия пәндерінің кіріктірілуі ба-

калавр және магистратура деңгейінде жүзеге асырылған, бірақ олардың саны шектеулі, пәнге кіріктіру жоғары деңгейде емес. Аналитикалық химия бойынша «Жасыл аналитикалық химия» курсына ғана жасыл химия принциптері кіріктірілгені байқалады.

Жоғары білім беру жүйесінде жасыл химия принциптерін енгізу білім алушылардың теориялық білімі мен практикалық дағдылары арасындағы күрделі байланысты көрсетеді. Зерттеу нәтижелері білім алушылардың жасыл химияға деген көзқарасы жоғары екенін, бірақ практикалық дағдылары орта деңгейде қалып отырғанын көрсетті, яғни бұл теория мен практика арасындағы алшақтықты айқындайды. Жасыл химия принциптерінің маңыздылығы білім алушылардың экологиялық санасы мен жауапкершілігін арттыруға себеп бола алады.

Білім алушылар экологиялық сана мен жауапкершілік деңгейін жоғары дәрежеде көрсетсе де, оны күнделікті қолдану тәжірибесінде қолдануды қамтамасыз ету шараларының жеткіліксіздігі байқалады. Теория мен практиканы байланыстыру, зертханалық жұмыстарға бағытталған қолдау және белсенді оқыту әдістерін қолдану білім алушылардың біліктілігі мен экологиялық мәдениетін дамытуға ықпал етеді. Алдағы зерттеулер оқу бағдарламасын жетілдіру, педагогикалық әдістерді оңтайландыру, химия пәндеріне жасыл химия принциптерін кіріктіру және жасыл химияны бағалау тәсілдерін дамыту қажеттігін көрсетеді.

Қаржыландыру

Авторлар ғылыми зерттеу жұмысына сыртқы қаржыландыру бөлінбегенін растайды.

Алғыс білдіру

Авторлар зерттеудің сауалнама кезеңіне қатысып, сауалнама сұрақтарына жауап берген 156 білім алушыға шынайы алғысын білдіреді. Сондай-ақ, авторлар Қазақстанның жоғары білім беру бағдарламаларының бірыңғай платформасынан деректер алуға көмектескен және зерттеу барысында ұйымдастырушылық қолдау көрсеткен жоғары оқу орындарының тиісті бөлімшелеріне алғыс айтады.

Мүдделер қақтығысы

Авторлар осы мақаланың мазмұнына, зерттеу нәтижелеріне немесе олардың жариялануына әсер етуі мүмкін қандай да бір қаржылық немесе жеке мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.

Авторлардың үлесі

А.Б. Әмірбек зерттеудің жалпы тұжырымдамасы мен әдіснамалық негізін әзірледі, мақаланың бастапқы қолжазба нұсқасын дайындады, сондай-ақ сауалнама деректерін статистикалық талдаудан өткізді.

А.Н. Жылысбаева зерттеудің сауалнама кезеңін ұйымдастырып, білім алушылардан деректерді жинау процесін жүзеге асырды, сондай-ақ журналмен хат-хабар алмасуды және мақаланың рецензиялау процесін жүргізді.

К.З. Керимбаева жиналған эксперименттік зерттеу нәтижелеріне қосымша талдау жасады және зерттеу қорытындыларын жүйелі түрде тұжырымдады.

К.С. Халмирзаева зерттеудің теориялық-әдіснамалық негіздемесін әзірлеп, мақаланың ғылыми мазмұнын редакциялады және түпкілікті нұсқасын жариялауға дайындауға үлес қосты.

Әдебиеттер

- Anastas P.T., Warner J.C. (1998). Green Chemistry: Theory and Practice. Oxford University Press. ISBN: 9780198506980.
- Armstrong, L.B. (2021). The green (chemistry) environment: developing and assessing green chemistry curricula and student outcomes in the general chemistry laboratory. [Doctoral dissertation, University of California, UC Berkeley]. ProQuest ID: Armstrong_berkeley_0028E_20507. URL: <https://escholarship.org/uc/item/4wq570pz>
- Armstrong, L.B., Rivas, M.C., Zhou, Z., Douskey, M.C., Baranger, A.M. Behind the scenes of teaching green: an iterative approach to curriculum design and implementation in the general chemistry laboratory. J.Chem.Educ, 101, 3264-3275. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00176>
- Chen M., Jeronen E., Wang A. (2025). What Lies Behind Teaching and Learning Green Chemistry to Promote Sustainability Education? A Literature Review. Int. J. Environ. Res. Public Health. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217876>
- Cohen, L., Manion L., Morrison, K. (2018). Research methods in education. 8th edition. New York: Routledge.
- Day, E.L., Petritis, S.J., McFall-Boegeman, H., Starkie, J., Zhang, M., Cooper, M.M. (2024). Chemistry into the Undergraduate Curriculum: Greening Our Practice with Scientific and Engineering Practices. J.Chem.Educ, 101, 1847-1857. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00737>

Delaney, S., Chiavaroli, L., Dissanayake, T., Pham, L., Schults, M. (2024) International teacher survey on green and sustainable chemistry (GSC) practical activities: design and implementation. *Chemistry Teacher International*, 6(3), 295-309. <https://doi.org/10.1515/cti-2024-0050>

Epvo.kz. (2025, 11 қараша). Білім беру бағдарламаларының тізілімі. https://epvo.kz/#/register/education_program

Etzkorn F.A., Ferguson J.L. (2023). Integrating green chemistry into chemistry education. *Angewandte Chemie*, 135(2). <https://doi.org/10.1002/ange.202209768>

Farkhadova S.A. (2023). Green chemistry in South Kazakhstan pedagogical university named after O.Zhanibekov. *Proceedings of the 4th International Scientific Conference World Scientific Reports*. Paris. France, 4, 211-215. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10005491>

Ghazali, M. Z., Yahaya, A. (2022). Analysis of Green Chemistry Knowledge, Awareness and Practice Among the University Students. *Journal of Science and Mathematics Letters*, 10(1), 79-90. <https://doi.org/10.37134/jsml.vol10.1.8.2022>

Gunbatar, A.S., Kiran, B.E., Boz, Y., Oztay, E.S. (2025) A systematic review of green and sustainable chemistry training research with pedagogical content knowledge framework: current trends and future directions. *Chem.Educ.Res.Pract.*, 26, 34-52. <https://doi.org/10.1039/D4RP00166D>

Linthorst, J.A. (2010). An overview: origins and development of green chemistry. *Foundations of Chemistry*, 12, 55-68. <https://doi.org/10.1007%2Fs10698-009-9079-4>

Öz, S., & Özdemir, A. (2022). Validity and Reliability Study on the Development of Data Literacy Scale for Educators. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 9(3), 649-661. <https://doi.org/10.33200/ijcer.1079774>

Saša M. Miladinović. (2024). Green analytical chemistry: integrating sustainability into undergraduate education, 417.

Sethi, N., Sanjeev, Sh., Garima, Verma, D., Kaura, S. Green chemistry: a review. *International journal of scientific information*, 7(1), 28-44. URL: <https://www.researchgate.net/publication/381044907>

Un.org. (2025, 14 қазан). Sustainable development goals. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-goals>

Vas, C.R.S., Morais, C., Pastre, J.C., Junior, G.G. (2025). Teaching green chemistry in higher education: contributions of a problem-based learning proposal for understanding the principles of green chemistry. *Sustainability* 2025, 17. <https://doi.org/10.3390/su17052004>

Zhang, M., Day, E.L., McFall-Boegeman, H., Petritis, S.J., Cooper, M.M. (2023). Incorporation of green chemistry into undergraduate organic laboratory using cooperative project-based experiments and case studies. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 16(1). <https://doi.org/10.1080/17518253.2023.2183781>

Садуақас Ж.А., Далабаева Н.С. (2023). Техникалық және кәсіптік білім беру колледждеріне арналған «Жасыл химия» елективті курсын жасау (2023). БҚУ хабаршысы, 91(3), 23-30. [https://doi.org/10.37238/1680-0761.2023.91\(3\).50](https://doi.org/10.37238/1680-0761.2023.91(3).50)

References

Anastas P.T., Warner J.C. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford University Press. ISBN: 9780198506980.

Armstrong, L.B. (2021). The green (chemistry) environment: developing and assessing green chemistry curricula and student outcomes in the general chemistry laboratory. [Doctoral dissertation, University of California, UC Berkeley]. ProQuest ID: Armstrong_berkeley_0028E_20507. URL: <https://escholarship.org/uc/item/4wq570pz>

Armstrong, L.B., Rivas, M.C., Zhou, Z., Douskey, M.C., Baranger, A.M. Behind the scenes of teaching green: an iterative approach to curriculum design and implementation in the general chemistry laboratory. *J.Chem.Educ.*, 101, 3264-3275. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00176>

Chen M., Jeronen E., Wang A. (2025). What Lies Behind Teaching and Learning Green Chemistry to Promote Sustainability Education? A Literature Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217876>

Cohen, L., Manion L., Morrison, K. (2018). *Research methods in education*. 8th edition. New York: Routledge.

Day, E.L., Petritis, S.J., McFall-Boegeman, H., Starkie, J., Zhang, M., Cooper, M.M. (2024). Chemistry into the Undergraduate Curriculum: Greening Our Practice with Scientific and Engineering Practices. *J.Chem.Educ.*, 101, 1847-1857. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00737>

Delaney, S., Chiavaroli, L., Dissanayake, T., Pham, L., Schults, M. (2024) International teacher survey on green and sustainable chemistry (GSC) practical activities: design and implementation. *Chemistry Teacher International*, 6(3), 295-309. <https://doi.org/10.1515/cti-2024-0050>

Epvo.kz. (2025, 11 қараша). Білім беру бағдарламаларының тізілімі (Register of educational programs) https://epvo.kz/#/register/education_program (In Kazakh)

Etzkorn F.A., Ferguson J.L. (2023). Integrating green chemistry into chemistry education. *Angewandte Chemie*, 135(2). <https://doi.org/10.1002/ange.202209768>

Farkhadova S.A. (2023). Green chemistry in South Kazakhstan pedagogical university named after O.Zhanibekov. *Proceedings of the 4th International Scientific Conference World Scientific Reports*. Paris. France, 4, 211-215. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10005491>

Ghazali, M. Z., Yahaya, A. (2022). Analysis of Green Chemistry Knowledge, Awareness and Practice Among the University Students. *Journal of Science and Mathematics Letters*, 10(1), 79-90. <https://doi.org/10.37134/jsml.vol10.1.8.2022>

Gunbatar, A.S., Kiran, B.E., Boz, Y., Oztay, E.S. (2025) A systematic review of green and sustainable chemistry training research with pedagogical content knowledge framework: current trends and future directions. *Chem.Educ.Res.Pract.*, 26, 34-52. <https://doi.org/10.1039/D4RP00166D>

- Linthorst, J.A. (2010). An overview: origins and development of green chemistry. *Foundations of Chemistry*, 12, 55-68. <https://doi.org/10.1007%2Fs10698-009-9079-4>
- Öz, S., & Özdemir, A. (2022). Validity and Reliability Study on the Development of Data Literacy Scale for Educators. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 9(3), 649-661. <https://doi.org/10.33200/ijcer.1079774>
- Saduakas J.A., Dalabaeva N.S. (2023). Tehnikalyq және käsıptık bılım beru kolejderine arnalğan «Jasyl himia» elektivtı kursyn jasau (Creation of an elective course “Green Chemistry” for technical and vocational colleges). *BQU habarşysy*, 91(3), 23-30. [https://doi.org/10.37238/1680-0761.2023.91\(3\).50](https://doi.org/10.37238/1680-0761.2023.91(3).50) (In Kazakh)
- Saša M. Miladinović. (2024). Green analytical chemistry: integrating sustainability into undergraduate education. 417.
- Sethi,N., Sanjeev,Sh., Garima, Verma,D., Kaura,S. Green chemistry: a review. *International journal os scientific information*, 7(1), 28-44. URL: <https://www.researchgate.net/publication/381044907>
- Un.org. (2025, 14 qazan). Sustainable development goals. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-goals>
- Vas,C.R.S., Morais,C., Pastre,J.C., Junior,G.G. (2025). Teaching green chemistry in higher education: contributions of a problem-based learning proposal for understanding the principles of green chemistry. *Sustainability* 2025, 17. <https://doi.org/10.3390/su17052004>
- Zhang, M., Day, E.L., McFall-Boegeman, H., Petritis, S.J., Cooper, M.M. (2023). Incorporation of green chemistry into undergraduate organic laboratory using cooperative project-based experiments and case studies. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 16(1). <https://doi.org/10.1080/17518253.2023.2183781>

Авторлар туралы мәлімет:

Әмірбек Арайлым – докторант, Өзбекәлі Жәнібеков атындағы Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті (Шымкент, Қазақстан, e-mail: arailym.amirbek@okmpu.kz).

Жылысбаева Аққоңыр (корреспонденттік автор) – химия ғылымдарының кандидаты, доцент, жоғары оқу орнынан кейінгі білім беру институтының директоры, Өзбекәлі Жәнібеков атындағы Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті (Шымкент, Қазақстан, e-mail: zhylysbayeva.akkongyr@okmpu.kz).

Керімбаева Куляш – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Өзбекәлі Жәнібеков атындағы Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті (Шымкент, Қазақстан, e-mail: kulyash_62@mail.ru).

Халмирзаева Куланда – аға оқытушы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті (Шымкент, Қазақстан, e-mail: kulanda.67@mail.ru).

Information about the authors:

Amirbek Arailym – PhD doctoral student, South Kazakhstan Pedagogical University named after Ozbekali Zhanibekov (Shymkent, Kazakhstan, e-mail: arailym.amirbek@okmpu.kz).

Zhylysbayeva Akkongyr (corresponding author) – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Director of Postgraduate Institute of the South Kazakhstan Pedagogical University named after Ozbekali Zhanibekov (Shymkent, Kazakhstan, e-mail: zhylysbayeva.akkongyr@okmpu.kz).

Kerimbayeva Kulyash – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, South Kazakhstan Pedagogical University named after Ozbekali Zhanibekov (Shymkent, Kazakhstan, e-mail: kulyash_62@mail.ru).

Khalmirzaeva Kulanda – senior lecturer, South Kazakhstan University named after M. Auezov (Shymkent, Kazakhstan, e-mail: kulanda.67@mail.ru).

Сведения об авторах:

Амирбек Арайлым – докторант PhD, Южно-Казахстанский педагогический университет имени Өзбекәлі Жәнібеков (Шымкент, Қазақстан, e-mail: arailym.amirbek@okmpu.kz).

Жылысбаева Аққоңыр (корреспондент-автор) – кандидат химических наук, доцент, директор Института послевузовского образования, Южно-Казахстанский педагогический университет имени Өзбекәлі Жәнібеков (Шымкент, Қазақстан, e-mail: zhylysbayeva.akkongyr@okmpu.kz).

Керімбаева Куляш – кандидат технических наук, доцент, Южно-Казахстанский педагогический университет имени Өзбекәлі Жәнібеков (Шымкент, Қазақстан, e-mail: kulyash_62@mail.ru).

Халмирзаева Куланда – старший преподаватель, Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова (Шымкент, Қазақстан, e-mail: kulanda.67@mail.ru).

Келіп түсті: 08.12.2025

Қабылданды: 31.08.2026