

ResearchGate

Google Scholar

I^{WORLD}
I^{JOURNALS}

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU



zenodo



ISSN

e-ISSN(Online) 2709-1201



МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ENDLESS LIGHT IN SCIENCE

NO 11

30 НОЯБРЯ 2025

Астана, Казахстан



lrc-els.com

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ENDLESS LIGHT IN SCIENCE»
INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL «ENDLESS LIGHT IN SCIENCE»



Main editor: G. Shulenbaev

Editorial colleague:

B. Kuspanova
Sh Abyhanova

International editorial board:

R. Stepanov (Russia)
T. Khushruz (Uzbekistan)
A. Azizbek (Uzbekistan)
F. Doflat (Azerbaijan)

International scientific journal «Endless Light in Science», includes reports of scientists, students, undergraduates and school teachers from different countries (Kazakhstan, Tajikistan, Azerbaijan, Russia, Uzbekistan, China, Turkey, Belarus, Kyrgyzstan, Moldova, Turkmenistan, Georgia, Bulgaria, Mongolia). The materials in the collection will be of interest to the scientific community for further integration of science and education.

Международный научный журнал «Endless Light in Science», включают доклады учёных, студентов, магистрантов и учителей школ из разных стран (Казахстан, Таджикистан, Азербайджан, Россия, Узбекистан, Китай, Турция, Беларусь, Кыргызстан, Молдавия, Туркменистан, Грузия, Болгария, Монголия). Материалы сборника будут интересны научной общественности для дальнейшей интеграции науки и образования.

30 ноября 2025 г.
Астана, Казахстан

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17863462>

(S)-2-(ПИРИДИН-3-ИЛ)-N-[5-(P-ТОЛИЛ) ИЗОКСАЗОЛ-3-ИЛ] ПИПЕРИДИН-1-КАРБОКСАМИДІНІҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ОНЫҢ IN VITRO ЖАҒДАЙЫНДА ІСІККЕ ҚАРСЫ БЕЛСЕНДІЛІГІ

Б.С. ӨЗГЕЛДИНА, Г.К.МУКУШЕВА

КеАҚ «Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті»,
Қарағанды, Қазақстан Республикасы

Е.А. ДИКУСАР, Е.А. АКИШИНА, В.И. ПОТКИН

Беларусь ҰҒА физика-органикалық химия институты, Минск, Беларусь Республикасы

Аннотация: Бұл зерттеуде табиғи алкалоид анабазин фрагменттеріне негізделген жаңа изоксазолилмочевина туындысын синтездеу және оның ісікке қарсы белсенділігін бағалау мақсат етілді. Синтез фенил (5-арилизоксазол-3-ил) карбаматтарының анабазинмен бензолда әрекеттесуіне негізделді, нәтижесінде (S)-2-(пиридин-3-ил)-N-[5-(p-толил) изоксазол-3-ил]пиперидин-1-карбоксамид жоғары шығыммен алынды. Алынған өнімнің құрылысы ИҚ, ЯМР және масс-спектрлік талдау әдістері арқылы дәлелденді. Препараттың биологиялық белсенділігі С6 егеуқұйрық глиома жасушаларының желісі негізінде зерттеліп, оның 100–500 мкМ концентрацияларында айқын антипролиферативтік және ингибиторлық әсер көрсететіні анықталды. Алынған деректер бойынша жаңа туынды анабазиннің өзіндік биологиялық белсенділігінен едәуір жоғары әсерге ие. Бұл нәтиже қосылыстың перспективалы ісікке қарсы агент ретінде қарастырылатынын көрсетіп, оның әсер ету механизмі мен фармакологиялық қасиеттерін тереңірек зерттеу қажеттігін айқындайды.

Кілт сөздер: анабазин, алкалоидтар, ИҚ – спектроскопия, масс-спектрометрия, биологиялық белсенділік.

Қатерлі ісік – қазіргі заманда адам өміріне ең үлкен қауіп төндіретін аурулардың бірі болып табылады. Химиотерапия – ісікке қарсы терапияның негізгі бағыттарының бірі болып табылады және оның тиімділігі көптеген жағдайда қатерлі ісік жасушаларының өсімін тежейтін қосылыстарға байланысты. Дегенмен, қазіргі қолданылып жүрген химиопрепараттардың жанама әсерлері мен кейбір ісік түрлерінде олардың төмен тиімділігі жаңа және перспективалы антиканцерогенді қосылыстарды іздеуді қажет етеді. Рак бүкіл әлемде өлімнің басты себептерінің бірі болып табылады. Химиотерапия кеңінен негізгі терапия ретінде, әсіресе операцияға келмейтін рак жағдайларында немесе басқа емнен бұрын немесе кейін қосымша терапия ретінде қолданылады. Алайда, бұл әдетте жағымсыз жанама әсерлермен бірге жүреді. Классикалық қатерлі ісікке қарсы препараттарды синергетикалық адьюванттармен біріктіру терапевтік дозаны төмендетуге және, сәйкесінше, химиотерапияның токсикалық әсерін азайтуға мүмкіндік береді. Сондықтан синергетикалық адьюванттарды қолдану тәсілі маңызды қарастырылады. Бұл стратегия белгілі бір аурудың пайда болуына қатысатын әртүрлі молекулалық жолдардың әр препараттың әртүрлі әрекет ету механизмдеріне сезімтал болуына негізделген, бұл ем тиімділігін арттыруға және дәрі-дәрмектерге төзімділіктің дамуын азайтуға мүмкіндік береді.

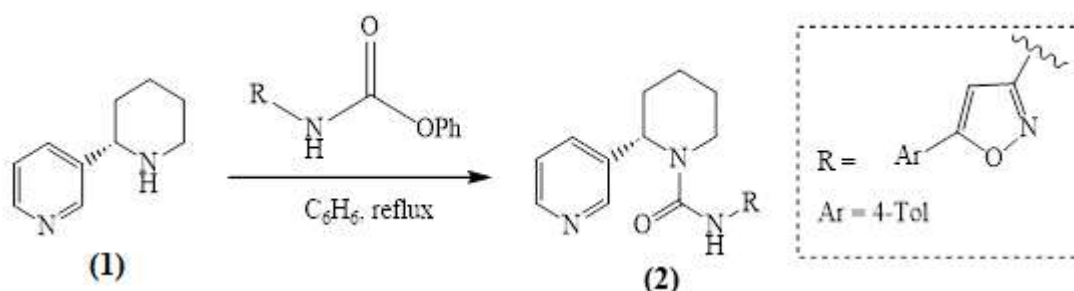
Дәрі-дәрмектер комбинациясын жасаудағы негізгі мақсат – жеке препараттардың аддитивтік әсерінен едәуір жоғары әсерге қол жеткізу, осылайша дозаны және токсикалық әсерді азайту. Екінші жағынан, көптеген қосымша дәрілер тиімді болмауы мүмкін. Тіпті олар жағымсыз жанама әсерлер тудырып, дәстүрлі медициналық әдістердің әрекетін қауіп төндіретін деңгейге дейін бәсеңдетіп немесе күшейте алады. Сондықтан химиотерапевтік препараттардың жаңа тиімді комбинацияларын іздеу және олардың өзара әсер ету механизмдерін зерттеу медициналық химияда шұғыл міндет болып табылады.

Табиғи алкалоидтар, олардың ішінде анабазин, биологиялық белсенділіктің кең спектрі бар және фармакологиялық тұрғыдан қызықты қосылыстар ретінде зерттелуде. Анабазиннің химиялық құрылымы және оның туындыларының модификациялану мүмкіндіктері жаңа антипролиферативтік және цитотоксикалық қасиеттерге ие қосылыстарды синтездеуге жол ашады. Алкалоидтардың құрылымдық фрагменттері негізінде жасалған изоксазолилмочевиналық туындылар соңғы жылдары қатерлі ісікке қарсы белсенді қосылыстар ретінде ерекше назар аударған.

Қазіргі зерттеу жұмысының басты мақсаты – табиғи алкалоид анабазиннің фрагменттерін пайдалана отырып, жаңа изоксазолилмочевиналық туындыларды синтездеу және олардың С6 егеуқұйрық глиома жасушаларындағы антипролиферативтік әсерін *in vitro* бағалау. Сондай-ақ, алынған қосылыстардың дәстүрлі химиопрепараттар – циклофосфан, фторурацил және этопозидпен бірге қолданылуы олардың ықтимал синергиялық әсерін зерттеу үшін негіз бола алады.

Бұл зерттеу анабазин туындыларының химиялық синтезін, құрылымын физико-химиялық әдістер арқылы дәлелдеуді, сондай-ақ олардың қатерлі ісікке қарсы белсенділігін зерттеу арқылы жаңа дәрілік агенттерді дамыту перспективасын қарастырады. Мұндай қосылыстардың синтезі және биологиялық бағалануы фармакологиялық зерттеулерде маңызды қадам болып табылады және ісікке қарсы терапияның тиімділігін арттыруға бағытталған жаңа стратегияларды дамытуға мүмкіндік береді.

Осы жұмыстың аясында табиғи алкалоид анабазиннің фрагменттері бар изоксазолилмочевиналарды алу үшін арнайы тәсіл таңдалды. Бұл тәсіл фенил (5-арилизоксазол-3-ил) карбаматтарының аминдермен қайнаған бензолда әрекеттесуіне негізделген (1-сурет).



1-сурет. (S)-2-(пиридин-3-ил)-N-[5-(*p*-толил) изоксазол-3-ил]-пиперидин-1-карбоксамидтің синтезі

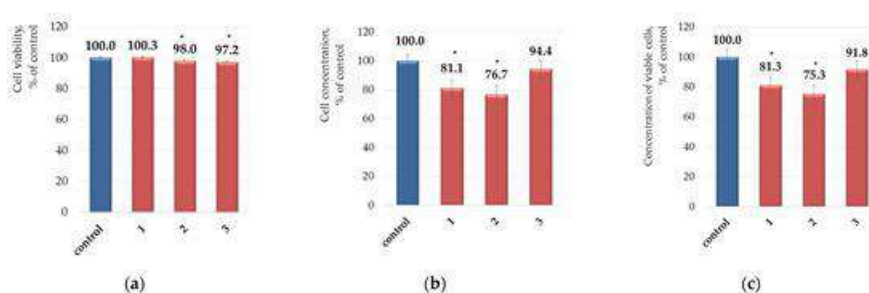
Анабазин туындысын синтездеу әдісі: 1,6 г анабазинді (немесе 1,9 г цитизин, 10 ммоль) және 10 ммоль фенил (5-арилизоксазол-3-ил) карбаматты 30 мл бензолда араластырып, 6 сағат бойы қыздырды. Содан кейін еріткіш вакуумда айдалды. Қалған май тәрізді қалдыққа 50 мл эфир қосылып, кристалл түзілгенше қыздырылды. Алынған кристалды өнім сүзу арқылы бөлініп, эфирмен жуылды және бөлме температурасында ауада кептірілді.

Алынған анабазин туындысының құрылысы физико-химиялық (ИК-, ЯМР) талдау әдістерімен дәлелденді. (S)-2-(пиридин-3-ил)-N-[5-(*p*-толил) изоксазол-3-ил] пиперидин-1-карбоксамид (2). Ақшыл кристалдар. Шығымы 94%, балқу температурасы $114-116^{\circ}\text{C}$. УК (MeOH , $c = 8 \times 10^{-5}$ моль/л), λ_{max} , нм (ϵ): 264 (4.43). ИК спектр (ν , cm^{-1}) (KBr), ν : 3254, 3216, 3097, 3063, 2946, 2861, 1671, 1628, 1571, 1555, 1426, 1321, 1267, 1257, 1161, 1020, 947, 785 cm^{-1} . Масс-спектр, m/z (I_{rel} , %): 363.20 [M^+H] $^{+}$ (100). Табылды (%): C-69.83; H-6.28; N-15.31; $\text{C}_{21}\text{H}_{22}\text{N}_4\text{O}_2$. Шешілді (%): C-69.59; H-6.12; N-15.46%. М-362.43. Алынған изоксазолил мочевианың С6, Hella, LLC глиома жасушаларына ісікке қарсы белсенділігі, сондай-ақ олардың циклофосфан, фторурацил, этопозид химиопрепараттарымен бірге *in vitro* глиома С6 жасушаларының моделіне әсер етуі зерттелді.

Бұрын жүргізілген зерттеулерімізде кейбір азолилкарбамидтер мен карбаматтардың қатерлі ісікке қарсы препараттармен бірге қолданылғанда синергетикалық әсер көрсету мүмкіндігі бар екені анықталған. Синтезделген изоксазолилфенилкарбаматтар кейіннен цитизин және анабазинмен реакцияға енгізіліп, 1–3 өнімдерін 87–94% шығыммен алуға мүмкіндік берді. Алынған мочевиналардың ЯМР, Масс-спектр және ИҚ спектрлері қосымша материалдарда толық көрсетілген.

Зерттеуде синтезделген 1–3 өнімдері – табиғи алкалоидтар (анабазин және цитизин) фрагменттері бар изоксазолилмочевинолық қосылыстар болып табылады. Олар бастапқыда алынған 5-фенилоксазолилкарбамат қосылысы мен алкалоидтардың реакциясы арқылы синтезделген. 1 өнім – цитизин туындысы ретінде алынған изоксазолилмочевина. Бұл қосылыс негізінен цитизиннің амин тобы арқылы карбаматтың активтенген көміртегімен қосылуы нәтижесінде түзіледі. Синтез нәтижесінде өнімнің шығымы 87% құраған. 2 өнім – анабазин туындысы, химиялық атауы: (S)-2-(пиридин-3-ил)-N-[5-(p-толил) изоксазол-3-ил] пиперидин-1-карбоксамид. Бұл өнім ақшыл кристалл түрінде алынған, балқу температурасы 114–116 °C, УК спектрінде $\lambda_{\max}$ 264 нм, масс-спектрінде $m/z = 363.20$ $[M^+H]^+$. Оның химиялық құрамы: $C_{21}H_{22}N_4O_2$, құрамдық талдау көрсеткіштері тәжірибе мен теориялық мәндерге сәйкес (C-69.83%; H-6.28%; N-15.31%). Шығымы 94% құраған. 3 өнім – цитизин немесе анабазиннің басқа изомер туындысы, оның шығымы 87–90% аралығында. Бұл қосылыстардың құрылымын ЯМР, ИҚ және масс-спектрлік талдаулар растайды. Барлық үш қосылыс С6 егеуқұйрық глиома жасушаларына *in vitro* әсерінде антипролиферативтік қасиет көрсетеді. Алкалоидтардың бастапқы формалары салыстырмалы түрде әлсіз әсер көрсеткенімен, синтезделген туындылар, әсіресе 2 өнім, айтарлықтай ісікке қарсы белсенділікке ие.

Зерттеу С6 (егеуқұйрық) глиомасының жасушалық сызығында жүргізілді. Препараттар бастапқыда диметилсульфоксидте (ДМСО) 0,1 М концентрациясына дейін ерітілді, содан кейін натрий хлоридінің изотоникалық ерітіндісінде (0,9%) 2000 мкМ концентрациясына дейін сұйылтылды. Алынған ерітінділер өсіру ортасының жалпы көлемінің 10% көлемінде жасушаларға қосылды (1:9 қатынасы). Қосылыстардың соңғы концентрациясы 200 мкМ, ал ДМСО мөлшері 0,2% құрады. Алдымен синтезделген изоксазолилмочевинолардың жеке ісікке қарсы әсері бағаланды. Нәтижелер көрсеткендей, 1-3 өнімдері С6 глиома жасушаларының өміршеңдігіне аз мөлшерде ғана әсер етті (2a-сурет). Атап айтқанда, препараттар үлгілердегі жасушалардың санын бақылау тобына қарағанда тиісінше 19%, 23% және 6%-ға төмендетті (2b-сурет), ал тірі жасушалардың жалпы саны тиісінше 19%, 25% және 8%-ға қысқарды (2c-сурет). Осылайша, изоксазолилмочевинолардың қатерлі ісікке қарсы әсері негізінен олардың антипролиферативтік қасиетімен сипатталады.

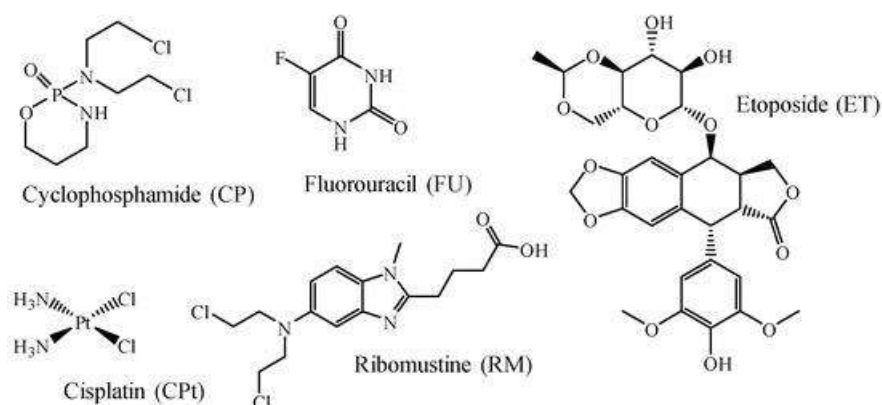


2-сурет. 1–3 өнімдердің С6 глиома жасушаларының өміршеңдігіне (a), жасуша санына (b) және тірі жасушалардың санына (c) әсері, $p < 0,05$.

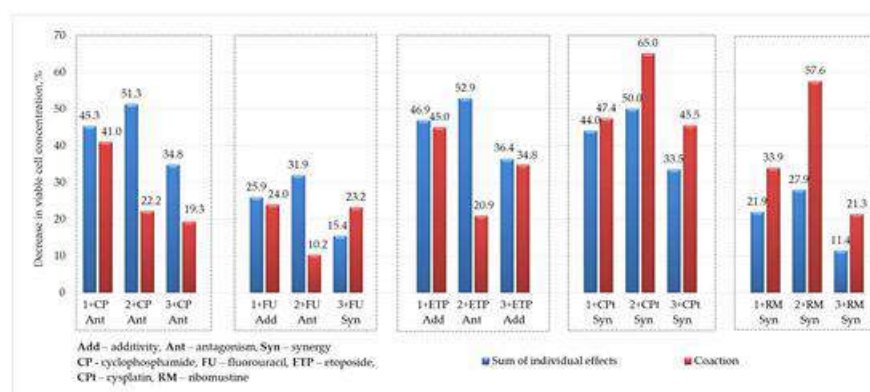
Синтезделген 1–3 изоксазолилмочевинолық қосылыстар мен олардың бинарлық қоспаларының ісікке қарсы әсері егеуқұйрық глиома жасушалық сызығында ағынды жасушалық цитометрия әдісі арқылы бағаланды. С6 жасушалық сызығы әдебиеттерде қауіпсіз

және кеңінен қолданылатын глиома моделдерінің бірі болып табылады, ол мультиформды глиобластоманы сенімді түрде имитациялайды.

Алдымен 1–3 өнімдерінің жеке антипролиферативтік әсері зерттелді. Нәтижелер көрсеткендей, бұл қосылыстар С6 глиома жасушаларының өміршеңдігіне салыстырмалы түрде әлсіз әсер етті. Жасушалық пролиферацияның қысқаруы бақылау тобына қарағанда тиісінше 19%, 23% және 6%-ға төмендеді, ал тірі жасушалардың жалпы саны тиісінше 19%, 25% және 8%-ға қысқарды. Осылайша, изоксазолилмочевиналардың 1–3 қатерлі ісікке қарсы әсері негізінен олардың антипролиферативтік қасиетімен сипатталады. Алкалоидтар – анабазин және цитизин – 100–500 мкм концентрацияда жасушалардың өсуін әлсіз тежеді немесе мүлде әсер етпеді. Осы нәтижелер 1–3 қосылыстарының салыстырмалы түрде жоғары концентрациясында да цитотоксикалық әсері төмен екенін көрсетті. Бұл қасиет оларды төмен токсикалық синергетикалық қосылыстар ретінде қатерлі ісікке қарсы препараттармен біріктіріп қолдануға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, зерттеуде бес кеңінен қолданылатын қатерлі ісікке қарсы препараттың синергетикалық әсері бағаланды: циклофосфамид (CP), фторурацил (FU), этопозид (ET), цисплатин (CpT), рибомустин (RM). Олар әртүрлі әрекет ету механизмдеріне ие (3-сурет). Бұл талдау 1–3 өнімдерінің потенциалды синергетикалық әсерін және дәстүрлі химиопрепараттармен үйлесімділігін бағалауға мүмкіндік берді.



3-сурет. Изоксазолилмочевина адъюванттарымен бірге қолданылатын қатерлі ісікке қарсы препараттар.



4-сурет. С6 глиома жасушаларының тірі концентрациясының төмендеуі бинарлық қоспалар мен жеке қосылыс пен препараттың қосынды әсеріне қатысты ($C_{1-3} = 200$ мкм, $C_{\text{препарат}} = 5$ мкм; әр экспериментте мочеина мен препарат комбинациясының қайталау саны $n = 8$). Аддитивтік әсер – препараттар комбинациясының әсері олардың жеке қолданылғандағы әсерлерінің қосындысына тең. Антагонизм – препараттар комбинациясы жеке қолданылған әсерлердің қосындысымен салыстырғанда антипролиферативтік

белсенділіктің төмендеуін көрсетеді. Синергия – препараттар бірге қолданылғанда жеке әсерлердің қосындысынан жоғары антипролиферативтік белсенділік туғызады.

Анабазин алкалоидының туындысы (2) 100-500 мкМ концентрациясында ісік жасушаларына *in vitro*, негізінен антипролиферативті әсер арқылы айқын ингибиторлық әсер көрсетеді. Бұл әрекет негізінен жасушалық пролиферацияны басуға байланысты болып, бастапқы алкалоидтардың өзі сол концентрацияларда әлсіз ингибиторлық әсер көрсеткенін көрсетті. Сонымен қатар, алынған изоксазолилмочевиналық қосылыстардың циклофосфан, фторурацил және этопозид сияқты химиопрепараттармен комбинациялық әсері зерттелді. Бұл комбинациялар синергетикалық эффект көрсетуі мүмкін екенін көрсетіп, болашақта дозаларды төмендету және токсикалық әсерді азайтуға мүмкіндік береді.

Қорытындылай келе, анабазин туындыларының ісікке қарсы жаңа препараттар синтездеудегі болашағы зор екендігін көрсетті. Алынған қосылыстың қатерлі ісікке қарсы белсенділігі зерттеліп, оның анабазинге қарағанда жоғары антипролиферативтік әсер көрсететіні дәлелденді. Бұл туындының (2) ықтимал ісікке қарсы агент ретіндегі перспективасын көрсетеді және оның әсер ету механизмі, биологиялық белсенділігі туралы қосымша зерттеулер жүргізу қажеттілігін көрсетеді.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, табиғи алкалоид туындылары бар изоксазолилмочевиналық қосылыстар төмен токсикалық, антипролиферативтік қасиеттерге ие және дәстүрлі химиопрепараттармен үйлесімділікте синергетикалық әсер көрсету қабілетіне ие. Бұл қасиеттер оларды қатерлі ісікке қарсы жаңа препараттарды синтездеу және комбинациялық терапияларды жетілдіру бағытында перспективалы кандидаттарға айналдырады.

Алынған мәліметтер келешекте зерттеулерді кеңейту үшін негіз болып табылады: қосылыстың әсер ету механизмін, фармакологиялық белсенділігін, *in vivo* тиімділігін және потенциалды клиникалық қолдану мүмкіндіктерін анықтау қажет. Осылайша, 1–3 өнімдері болашақта ісікке қарсы терапияның тиімділігін арттыруға бағытталған жаңа дәрілік агенттер ретінде зерттеуге лайықты екені дәлелденді.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. V. I. Potkin // Russian Journal of Organic Chemistry. – 2014. – Vol. 50, № 11 – P. 1667–1676.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17863528>

УДК: 620.168:678.7:547.458

КҮРІШ ҚАБЫҒЫ НЕГІЗІНДЕ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫ ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ

ҚАЛДЫБАЕВА ҰЛДАНА СЕРІКҚЫЗЫ

Магистрант-химик

Өл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, химия және химиялық технология
факультеті, органикалық заттардың химиялық технологиясы кафедрасы

Ғылыми жетекші – УРКИМБАЕВА П.И.

Алматы, Қазақстан

Аннотация. Бұл зерттеуде күріш қауызынан алынған целлюлозаны пайдаланып, табиғатқа зиян келтірмейтін, ыдырайтын композиттік пленка жасау технологиясы әзірленді. Қазіргі таңда қоршаған ортаға зиянсыз, қайта қалпына келетін шикізаттан жасалған полимерлерге деген сұраныс артып отыр. Синтетикалық полимер қалдықтарының жиналуы және экологиялық таза қаптама материалдарына деген қажеттілік бұл зерттеудің өзектілігін айқындайды. Зерттеудің негізгі мақсаты – күріш қауызы целлюлозасының табиғи ерекшеліктерін қолданып, беріктігі жоғары, ыдырайтын және қасиеттері реттелетін пленка жасау.

Күріш қауызынан целлюлозаны бөліп алу үшін алдымен оны сілтімен өңдеп, азартып, содан кейін микрофибрилдеу немесе гидролиз әдістері қолданылды. Алынған целлюлоза карбоксилдеу немесе тотығу арқылы өзгертіліп, поливинил спирті (PVA), крахмал немесе басқа табиғи заттармен араластырылып, пленка түрінде қалыптастырылды. Дайындалған материалдардың физика-химиялық сипаттамалары (бөліктердің мөлшері, ζ -потенциалы, тұтқырлығы) және пленканың механикалық беріктігі, созылу модулі, мөлдірлігі, ылғалға төзімділігі зерттелді.

Зерттеу барысында өзгертілген целлюлозаның пленкада біркелкі таралатыны, пленканың беріктігін 25-60%-ға арттыратыны, суды сіңіруін азайтатыны және құрылымдық тұрақтылығын жақсартатыны анықталды. Сонымен қатар, целлюлоза қосылған композиттердің ыдырау қасиеттері де айтарлықтай жақсарды. Бұл нәтижелер целлюлозаның химиялық құрылысы мен пленканың қасиеттері арасындағы байланыстың технологияның тиімділігін анықтайтынын көрсетті.

Қорытындылай келе, күріш қауызынан алынған целлюлоза негізінде жасалған композиттік пленкалар экологиялық таза, арзан және көп қырлы қасиеттері бар материал ретінде қаптама өнеркәсібінде, ыдырайтын өнімдерде және арнайы мақсаттағы полимерлік материалдарды өндіруде қолданылуға жарамды екені дәлелденді.

Кілт сөздер: күріш қауызы, целлюлоза, композиттік пленка, биополимер, модификация, механикалық қасиеттер.

Кіріспе

Қазіргі уақытта биополимерлік материалдар, табиғи толтырғыштар және агроөнеркәсіп қалдықтарын қайта өңдеу мәселелері халықаралық ғылыми қауымдастықтың стратегиялық зерттеу бағыттарының біріне айналды. Бұл үрдістің басты себебі — мұнай-химиялық полимерлердің қоршаған ортаға тигізетін залалы, олардың ұзақ уақыт бойы ыдырамауы және жаһандық пластик дағдарысының күрделене түсуі. Сондықтан жасыл технологияларға негізделген, экологиялық қауіпсіз және функционалды материалдар әзірлеу қажеттілігі айқын байқалады.

Осы тұрғыдан күріш қабығы (rice husk) — органикалық (целлюлоза, лигнин, гемицеллюлоза) және бейорганикалық (кремнезем) компоненттердің ерекше үйлесіміне ие

күрделі биополимерлі жүйе болып табылады. Бұл оны қоршаған ортаны ластаушыдан жоғары қосылған құны бар орғано-минералды шикізатқа айналдырады [1]. Оның құрамындағы биогендік кремнезем бөлшектері мен целлюлозалық талшықтар полимерлік композицияларда күшейткіш, құрылым түзуші немесе функционалдық модификатор ретінде тиімді қызмет ете алады.

Күріш қабығын құрылымдық жағынан тиімді өңдеу — ғылыми тұрғыдан маңызды міндет. Жақында жүргізілген зерттеулерде бір үлгіден целлюлоза талшықтары мен кристалды биогендік кремнеземді бір мезгілде алу технологиясы ұсынылып, олардың биопластикалық композиттік плёнкаларға енгізілген кезде материалдың механикалық беріктігі мен оптикалық қасиеттерін айтарлықтай арттыратыны көрсетілген [2]. Бұл әдіс күріш қабығын кешенді пайдаланудың жоғары тиімділігін дәлелдеп, оны тұрақты материалдар өндірісіне интеграциялаудың перспективаларын кеңейтеді.

Бұдан бөлек, күріш және сұлы қабығынан алынған целлюлоза талшықтарының гидрогельдерде құрылым түзуші агент ретінде қолданылуы олардың биополимерлік жүйелердегі универсал рөлін айқындайды [3]. Мұндай талшықтардың морфологиясы, беткі қасиеттері және функционалдық топтарының реактивтілігі гидрогельдердің серпімділігін, суды сақтау қабілетін және тұрақтылығын күшейтеді.

Лигноцеллюлозалық биомассаның гидролизден кейінгі химиялық профилін талдау — процестердің тиімділігін анықтайтын негізгі факторлардың бірі. Себебі биожүйелерде пайда болатын ингибиторлар, органикалық қышқылдар және еріген минералдар целлюлозаны бөліп алу, оны модификациялау және композиттеу механизмдеріне тікелей әсер етеді [4]. Бұл күріш қабығы целлюлозасын жоғары сапалы композиттік материалдарда қолдану үшін алдын ала өңдеу стратегияларын дұрыс таңдаудың маңыздылығын арттырады.

Күріш қабығынан алынған наноцеллюлоза — талшықтардың жоғары аспект қатынасы, үлкен беткі ауданы, морфологиялық тұтастығы және химиялық модификацияға икемділігі арқасында ерекше назарда. Ол сенсорлық материалдарда, интерфейстік процестерді реттеуде, функционалдық композиттерде кеңінен қолданылуы мүмкін екені дәлелденген [5]. Бұл наноцеллюлозаның күріш қабығын биотехнологиялық және инженерлік наноматериалдар өндірісінде перспективалық платформаға айналдыратынын көрсетеді.

Күріш қабығын өңдеу тек биополимерлік жүйелермен шектелмейді. Зерттеулер оның қайта өңделген полипропиленмен үйлесімді композиттік жүйе түзе алатынын және 3D басып шығаруға арналған жіп өндірісінде қолдануға болатындығын көрсетті [6]. Бұл агроқалдықты инженерлік және конструкциялық материалдар саласына енгізуге мүмкіндік береді.

Жоғарыда аталған ғылыми деректер күріш қабығын тек биологиялық ыдырайтын полимерлерді күшейтетін толтырғыш ретінде ғана емес, толыққанды көпкомпонентті орғано-минералды шикізат ретінде қарастыру қажеттілігін айқындайды. Осы себепті күріш қабығы целлюлозасы негізіндегі композициялық плёнкалар алу технологиясын әзірлеу, олардың құрылым-механикалық қасиеттерін терең зерттеу және материалдың функционалдық сипаттамаларын оңтайландыру — қазіргі жасыл материалтанудың маңызды ғылыми міндеттерінің бірі болып табылады.

Теориялық және әдеби шолу

Күріш өңдеу өнеркәсібінің өсуіне байланысты жыл сайын көп мөлшерде күріш қабығы пайда болады. Бұл күріш қабығы — лигноцеллюлозалық агроқалдық болып табылады. Оның химиялық құрамы күріштің сортына, өскен жағдайына, топырақтың минералдық құрамына және қолданылған агротехникалық әдістерге байланысты өзгеруі мүмкін. Дегенмен, жалпы алғанда, күріш қабығы целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин және айтарлықтай мөлшердегі биогендік кремнеземнен (SiO_2) тұратын күрделі орғано-минералды қоспа ретінде сипатталады [1,4]. Күріш қабығындағы органикалық және бейорганикалық компоненттердің осы үйлесімі оны жай ғана қалдық емес, жоғары құнды материалдар өндіруге болатын перспективалы шикізат көзіне айналдырады [1].

Лигноцеллюлозальық биомасса гидролизаттарының сипаттамалары, атап айтқанда, қоректік заттар мен ингибиторлардың құрамы мен таралуы әртүрлі биоөндеу тәсілдерінің тиімділігін анықтайды [4]. Бұл деректер целлюлозаны экстракциялау, оны химиялық түрлендіру және кейіннен композиттік материалдарға енгізу үшін қажетті шарт болып табылатын алдын ала өндеу параметрлерін дәл таңдаудың теориялық негізін құрайды.

Күріш қабығының қандай қасиеттерге ие екенін білу үшін, оның ең кішкентай деңгейдегі құрылымын (микроқұрылымын) және оның қандай күшке төтеп бере алатынын (механикалық мінез-құлқын) зерттеу өте маңызды. Chen және оның командасы әртүрлі күріш сорттарының қабықтарын зерттеп, олардың ішкі құрылымы мен созылу кезіндегі қасиеттерін анықтады. Олардың зерттеуі бойынша, талшықтардың қалай орналасқаны, қабықтың қаншалықты қалың екендігі, кремний қабатының біркелкілігі және талшықтар мен негізгі материалдың (матрицаның) бір-бірімен қалай әрекеттесетіні оның механикалық қасиеттерін айтарлықтай белгілейді [7]. Бұл нәтижелер күріш қабығын басқа материалдармен қосып, күштірек композиттер жасағанда, оның осы ішкі ерекшеліктерін ескеру қажет екенін айқын көрсетеді.

Осыған ұқсас зерттеуде Колумбияның Толима аймағынан алынған күріш қабықтарының ішкі құрылымы мен механикалық қасиеттері сипатталды. Бұл зерттеу қабықтың талшықтардан және бірнеше қабаттардан тұратын күрделі құрылымы бар екенін, сондай-ақ оның қаншалықты серпімді болатыны мен қаншалықты берік болатыны оны қалай өңдегеніне және қандай минералдардан тұратынына байланысты екенін көрсетті [8]. Бұл мәліметтер күріш қабығын композит материалдарда күшейткіш ретінде қолданғанда, қанша талшық қосу керектігін, оларды қалай орналастыру керектігін және оларды алдын ала қалай өндеу керектігін анықтауға көмектеседі. Бұл параметрлерді дұрыс таңдау арқылы күріш қабығынан жасалған композиттік материалдардың сапасын арттыруға болады.

Күріш өсімдігі биогендік кремнеземді (plant oral) белсенді түрде жинақтайтын өсімдіктердің қатарына жатады. Nakamura және әріптестерінің зерттеулері күріштің биосилификация процесінде целлюлоза наноталшықтарының (CNF) шешуші рөлін ашады. Атап айтқанда, кремнезем дәл осы CNF-тің ішкі құрылымында, интрафибриллалық минералдану механизмі арқылы қалыптасады [9]. Бұл процестің бастапқы кезеңінде эпидермистік жасуша қабырғасы мен кутикула арасында целлюлоза наноталшықтарының желісі пайда болады, одан кейін бұл желіде кремнезем нанобөлшектері поликонденсация арқылы жиналады.

Бұл биоминералдану үлгісі күріш қабығындағы кремнезем қабатының морфологиялық ерекшеліктерін, оның қалыңдығын және үздіксіздігін түсіндіруге негіз болады. Сонымен қатар, биогендік кремнезем мен целлюлозальық матрицаның берік өзара әрекеттесуі күріш қабығының механикалық қасиеттерін, атап айтқанда, оның қаттылығы мен тозуға төзімділігін арттырады. Бұл қасиеттер күріш қабығын орғано-минералды композиттер ретінде қолдану үшін өте құнды етеді [1,9].

Соңғы жылдары күріш қабығынан алынатын кремний диоксиді (Rice Husk Silica, RHS) және оның дәстүрлі кремний диоксиді көздеріне лайықты балама ретінде қолданылуы туралы көптеген зерттеулер жарық көрді.

Taiye мен әріптестері күріш қабығынан алынған кремний диоксидінің цемент-бетон материалдары, адсорбенттер, катализатор тасымалдағыштар және полимерлік композиттер сияқты әртүрлі салалардағы қолданыс мүмкіндіктерін қорытындылап, оның жоғары дисперстілігі мен реакцияға қабілеттілігін ерекше атап өтті [10].

Nzereogu және оның әріптестері күріш қабығынан кремний диоксидін алудың қышқылдық өндеу, бақыланатын жану, сол-гель және гидротермалдық әдістер сияқты әртүрлі тәсілдерін жүйелі түрде талдап, алынған кремний диоксидінің құрылымы, кристалдылығы және беткі қасиеттері қолданылатын салаға байланысты өзгертілуі мүмкін екенін көрсетті [11].

Namidu және авторларының шолуында күріш қабығынан тек кремний диоксидін ғана емес, кремнийді де алуға болатын технологиялық шешімдер қарастырылып, бұл қалдықтың жартылай өткізгіш материалдар өндірісінде де әлеуеті бар екені айтылған [12].

Жоғарыда аталған зерттеулер күріш қабығынан алынатын кремний диоксидінің тек қосалқы өнім емес, толыққанды функционалдық қасиеттері бар бейорганикалық компонент екенін, ал целлюлоза мен кремний диоксидінің бірлестігі күріш қабығын біртұтас органо-минералдық негіз ретінде қарастыруға мүмкіндік беретінін көрсетеді.

Morimoto және әріптестерінің әдеби шолуы күріш қабығының материал ретіндегі кең ауқымды қолданыстарын, соның ішінде цифрлық фабрикация (3D басып шығару, сандық өндіріс) саласындағы перспективаларын баса айтады [13]. Күріш қабығын полимер матрицаларымен (мысалы, қайта өңделген полипропиленмен) толтырғыш ретінде біріктіру арқылы 3D басып шығаруға арналған композиттік жіптерді өндіру мүмкіндігі артады. Бұл бағыттағы зерттеулер күріш қабығының инженерлік-құрылымдық материалдар үшін де жарамды екенін растайды [6,13]. Мұндай композиттерде күріш қабығы тек механикалық күшейткіш рөл атқарып қана қоймай, сонымен қатар беткі текстура, тығыздық, термиялық тұрақтылық және экологиялық бейілділік сияқты көрсеткіштерді де оңтайландырады. Цифрлық фабрикацияға бейімделген күріш қабығы негізіндегі композиттер болашақта функционалды геометриялық күрделі өнімдерді, құрылымдық элементтерді және жүктемеге жұмыс істейтін бөлшектерді жасауға мүмкіндік береді [6,13].

Жоғары сапалы биополимерлік композиттерді өндіру үшін күріш қабығынан целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин және кремнезем сияқты жеке фракцияларды тиімді түрде ажырату қажет. Ishida және әріптестері көпсатылы алдын ала өңдеу стратегиясын қолдану арқылы күріш қабығын компоненттерге бөлуге болатынын көрсетті. Олар кремнезем мен органикалық фракцияларды мақсатты түрде бөліп алудың әдістерін ұсынды [14]. Бұл әдістер компоненттерді кейінгі қолдануға (мысалы, целлюлозаны композиттік пленкаларға, кремнеземді функционалды толтырғыш ретінде) дайындау кезінде олардың қасиеттерін бақылауға мүмкіндік береді.

Лигноцеллюлозалық гидролизаттардың құрамы туралы деректер [4] күріш қабығын химиялық немесе ферментативтік өңдеу барысында пайда болатын еріген қоспалардың (көмірсутектер, органикалық қышқылдар, фенолдық қосылыстар) процестерге әсерін түсінуге ықпал етеді. Бұл, өз кезегінде, целлюлоза талшықтарының сапасына, олардың кристалдылық дәрежесіне және беткі функционалдық топтарына әсер етеді, бұл кейінгі композиттік пленкалардың құрылымдық-механикалық сипаттамаларына да әсерін тигізеді.

Күріш қабығынан целлюлоза талшықтары мен биогендік кремнеземді бірге өндіріп, оларды целлюлоза негізіндегі биопластикалық композиттік пленкаларда қолдану бағытындағы зерттеулер жаңа типтегі биоматериалдарды жасауға жол ашуда [2]. Бұл жүйелерде целлюлоза негізгі құрылымды (матрица) құрайды, ал кремнезем бөлшектері қосымша функцияларды атқарып, пленканың барьерлік, механикалық және термиялық қасиеттерін жақсартады. Зерттеулер көрсеткендей, биопластикалық пленкалардың газ өткізгіштігі, су буына төзімділігі және механикалық беріктігі күріш қабығынан алынған толтырғыштың мөлшері мен оның пленка ішінде біркелкі таралуына тікелей байланысты [2].

Сонымен қатар, күріш және сұлы қабығынан алынған целлюлоза талшықтары гидрогельдерде қолданылғанда, целлюлозаның суды көп мөлшерде сіңіру қабілеті, желі құрудағы тиімділігі және жалпы құрылымның тұрақтылығы артатыны байқалған [3]. Ал күріш қабығынан жасалған наноцеллюлозаны суда еритін газдарға сезімтал сенсорлық қабат ретінде пайдаланғанда, оның үлкен беткі ауданы мен бетіндегі функционалды топтары аналитикалық жүйелердің сезімталдығын айтарлықтай арттыратыны анықталған [5]. Бұл нәтижелер күріш қабығынан алынған целлюлозаны тек қарапайым толтырғыш ретінде емес, белсенді, яғни қосымша функция атқаратын компонент ретінде қарастыруға мүмкіндік береді.

Күріштің генетикалық ерекшелігі мен құрғақшылық сияқты қолайсыз факторларға төзімділігі оның сыртқы келбеті мен ішкі құрылымына әсер етеді. Ғалымдар Какар бастаған

зерттеуінде тропикалық *Indica* күрішінің көшеттеріндегі құрғақшылыққа төзімділік қабілетін зерттеді. Олар өсімдіктің су тапшылығына қалай бейімделетінін, оның сыртқы және ішкі ерекшеліктерінің қандай рөл атқаратынын анықтады [15]. Бұл зерттеулер күріш сортын және оны өсіру жағдайларын таңдау қабықтың құрылымы мен құрамына әсер етуі мүмкін екенін көрсетеді, бұл өз кезегінде материалтану саласындағы қолдануларға әсер етуі мүмкін.

Материалдар мен әдістер

Бұл зерттеуде күріш өңдеу өнеркәсібінің агрокалдықтары – күріш қабықтары жоғары тазалықтағы целлюлоза алу үшін бастапқы шикізат ретінде қолданылды. Қазақстандағы күріш өндірісінің көлемі мен оның қайта өңдеуге қолжетімділігі ресми статистикалық деректермен негізделді [16]. Шикізат таңдауда ауыл шаруашылығы саласының өңірлік әлеуеті мен агроөнеркәсіп кешенінің ресурстық мүмкіндіктері ескерілді [17].

Зерттеу әдістемесі күріш қабығының органикалық компоненттерін – целлюлоза, гемицеллюлоза және лигнинді – селективті түрде ажыратып, целлюлозалық фракцияны тазарту принципіне құрылған. Бұл тәсіл күріш қабығының күрделі лигноцеллюлозалық құрылымын алдын ала дайындаудың көпсатылы жүйесіне негізделді [18].

Алдымен шикізат механикалық тазартудан өткізіліп, 1–2 мм өлшемге дейін ұсақталды. Механикалық дайындық талшықтардың беткі ауданының артуына және сілтілік реагенттердің тиімді енуіне жағдай жасайтыны белгілі [19].

Күріш қабығынан целлюлоза алу үшін көпсатылы сілтілік өңдеу жүргізілді. Шикізат 5%, 10% және 20% концентрациядағы NaOH ерітінділерімен 80–90 °C температурада өңделді. Төмен концентрация (5%) гемицеллюлозаны жұмсақ шығарады, ал орташа және жоғары концентрациялар (10–20%) лигнин құрылымын тереңірек бұзады. Мұндай сілтілік жүйелер күріш қабығындағы лигнинді кетіруге және талшық құрылымын ашуға тиімді екені анықталған [20]. Сонымен бірге сілтілік өңдеу талшықтардың реакциялық қабілетін арттырып, целлюлозаның кейінгі модификациясын жеңілдетеді [21].

Сілтілік делигнификациядан кейін үлгілер 0.1–0.5 М HCl ерітіндісімен бейтараптандырылды. Бұл кезең NaOH қалдықтарын жоюмен қатар талшық құрылымын тұрақтандыруға мүмкіндік береді және органикалық компоненттердің реакциялық қасиеттерін реттейді. Қышқылдық бейтараптандыру лигноцеллюлозалық материалдарда кеңінен қолданылатын тиімді әдіс ретінде сипатталған [22].

Алынған талшықтарды лигниннен толық арылту және түсін ашу үшін 5% сутек асқын тотығы (H₂O₂) қолданылды. Пероксидтік жүйелердің артықшылығы – экологиялық қауіпсіздігі, қалдықсыздығы және целлюлоза құрылымын зақымдамай ағартуға қабілеттілігі. Ғылыми зерттеулерде дәл осы концентрация лигнин қалдықтарын толық жою үшін ең тиімді диапазон болып табылатыны көрсетілген [23]. Ағарту 70–80 °C температурада 1–2 сағат жүргізілді.

Ағартылған целлюлоза жоғары жылдамдықты механикалық гомогенизация әдісімен талшықсыздандырылды. Бұл кезең талшықтардың диаметрін кішірейтіп, біртектілігін арттырады, ал нано- немесе микрофибрилдер түзілуі целлюлозаның пленка түзу қасиеттерін жақсартады. Талшықтың морфологиялық тұрақтылығы туралы мәліметтер күріш қабығын өңдеу зерттеулерінде дәлелденген [24].

Қажет болған жағдайда талшықтың PVA-полимермен адгезиясын күшейту үшін жеңіл карбоксилдеу немесе жұмсақ оксидация жүргізілді. Мұндай химиялық модификациялар целлюлозаның функционалдық топтарын активтендіріп, пленка түзу тиімділігін арттыратыны анықталған [25].

Композициялық пленка алу үшін суда еритін поливинилспирт (PVA) 90 °C температурада 10% концентрацияға дейін ерітілді. PVA целлюлозамен жақсы үйлесімділігімен және биосәйкестігімен ерекшеленеді, сондықтан күріш қабығы негізіндегі композиттерде жиі қолданылады [26].

Алынған целлюлоза 1–10% массалық үлесте PVA ерітіндісіне ультрадыбыстық дисперсия арқылы енгізілді. Бұл процесс қоспаның біртекті болуын қамтамасыз етіп, пленканың механикалық қасиеттерін оңтайландырады.

Пленка “casting method” — қалыпқа құю әдісі арқылы дайындалды. Қоспа тегіс шыны бетке құйылып, 40–50 °C температурада 24–48 сағат кептірілді. Бұл әдіс зертханалық деңгейде жоғары сапалы биополимерлік пленкалар алуға мүмкіндік беретіні көрсетілген [27].

Пленка беті мен талшық құрылымын зерттеу үшін сканерлеуші электрондық микроскопия (SEM) қолданылды. Күріш қабығы талшықтарының табиғи морфологиясын бағалау пленка сапасын анализдеуде негізгі параметр болып табылады [19].

Целлюлозаның химиялық құрамын FTIR спектроскопиясы арқылы, кристалдылық дәрежесін — рентгендік дифракция әдісімен, ал термиялық қасиеттерін — термогравиметриялық талдаумен (TGA) бағалау жүргізілді. Бұл әдістер лигноцеллюлозалық материалдардың құрылымдық талдауында кеңінен қолданылады [28].

Созылу беріктігі, серпімділік модулі және үзілу кезіндегі ұзаруы универсалды механикалық сынақ машинасында анықталды. Бұл көрсеткіштер целлюлоза–PVA жүйесінің құрылымдық тұрақтылығын сипаттайды [24].

Пленканың су буын өткізу және ылғал сіңіру қасиеттері стандартталған әдістермен бағаланды. Бұл параметрлер биополимерлік пленкалардың қолданылу салаларын анықтайтын негізгі критерийлер қатарына жатады [29].

Нәтижелер мен талқылау

Зерттеулерді талдау нәтижесінде күріш қабығының табиғи лигноцеллюлозалық құрылымы целлюлоза алу процестерінің тиімділігін анықтайтын негізгі факторлардың бірі екені көрсетілді. Күріш қабығының көпқабатты морфологиясы, беткі қабаттағы балауыздар, ішкі фибриллярлы байланыстар және құрамындағы лигнин мөлшері целлюлозаны бөліп алып, тазарту технологиясының негізгі кезеңдерін айқындайды.

Осыған байланысты әртүрлі өңдеу әдістері көлемді әдеби шолу арқылы талданып, олардың тиімділік деңгейі, экологиялық қауіпсіздігі және алынатын целлюлозаның сапасына әсері қарастырылды.

Әдебиеттерді жүйелі талдау күріш қабығынан целлюлоза алудың ең маңызды кезеңдерінің бірі — сілтілік делигнификация екенін көрсетті. Әртүрлі концентрациядағы NaOH талшық құрылымына әртүрлі деңгейде ықпал ететіні байқалған.

1-кесте Сілтілік концентрацияның әсерін салыстыру

NaOH концентрациясы	Әсері	Артықшылығы	Шектеуі
5%	Гемицеллюлозаны ішінара жояды	Талшық құрылымын сақтайды	Лигнин толық шықпайды
10%	Лигниннің едәуір бөлігін ерітеді	Келесі кезеңдерге жақсы база	Ұзақ өңдеу қажет
20%	Терең делигнификация жүреді	Максималды ашық талшық	Талшықты шамадан тыс әлсірету мүмкін

Бұл деректердің талдауы күріш қабығынан алынатын целлюлозаның қасиеті тек концентрацияға емес, сонымен бірге температура мен өңдеу ұзақтығына да тәуелді екенін көрсетті. Сілтілік өңдеу нәтижесінде алынатын целлюлоза макрофибрилалық құрылымды сақтай отырып, кейінгі ағарту және модификация кезеңдеріне оңтайлы жағдай қалыптастырады.

Сілтілік өңдеуден кейін жүргізілетін қышқылдық бейтараптандыру процестері целлюлозаның қасиеттеріне айтарлықтай әсер ететіні байқалған.

Бейтараптандырудың негізгі нәтижелері:

- талшықтардың құрылымдық тұтастығы артады;
- сілті қалдықтары толық жойылады;

- целлюлозаның гидрофильділігі тұрақтанады;
- талшықтары ісінуден сақталады.

Әдебиеттер көрсеткендей, қышқылдық өңдеу целлюлозаның кейінгі модификацияға дайындығын жақсартып, морфологиялық біркелкілікті қамтамасыз етеді.

Ағарту жүйелерінің нәтижелері талданғанда, сутек асқын тотығы күріш қабығы целлюлозасының химиялық табиғатын өзгертпей, түсін ашуда ең тиімді реагенттердің бірі екені байқалды.

5% концентрацияда H_2O_2 келесі нәтижелер береді:

- қалдық лигнин толық жойылады;
- талшықтардың беткі құрылымы тегістеледі;
- целлюлозаның ақтығы жоғарылайды;
- химиялық зақым минималды болады;
- экологиялық қауіпсіз, хлорсыз технология қалыптасады.

Параметрлердің оңтайлы болуы целлюлоза сапасының жоғарылауына және пленка түзу қабілетінің артуына әкелетіні анықталған.

Әдебиетке талдау жасау күріш қабығы целлюлозасының механохимиялық өңдеуге жақсы берілетінін көрсетті.

Механикалық гомогенизация нәтижесінде:

- талшықтардың диаметрі азаяды;
- беткі ауданы артады;
- гидрофильділік жоғарылайды;
- пленкалардың беріктігі күшейеді.

Бұл нано- және микрофибрилдер түзілуіне жағдай жасап, PVA матрицасымен араласуын жақсартатыны байқалған.

• Пленка дайындауда қолданылған технологияларға шолу жасай отырып, PVA мен целлюлозаның жоғары үйлесімділік көрсететіні анықталған.

Құрылымдық нәтижелер:

- Пленкалар біртекті, тегіс құрылым береді
- Целлюлоза үлесі артқан сайын беріктік артады
- Су сіңіру қасиеті өзгеріп, ылғалға тұрақтылықты реттеуге мүмкіндік береді
- Барьерлік қасиеттер жақсарады
- Пленка механикалық деформацияға төзімділігі артады

Әдебиеттерді талдау көрсеткендей, целлюлоза енгізілген PVA пленкалары таза PVA-мен салыстырғанда:

- созылу беріктігі жоғары
- серпімділік модулі артқан
- үзілу ұзындығы жақсы көрсеткіш береді
- механикалық тұрақтылығы жоғары

2-кесте Целлюлоза енгізілген PVA пленкалары таза PVA-мен салыстыру

Параметр	Таза PVA	PVA + целлюлоза	Ғылыми қорытынды
Созылу беріктігі	Төмен	Жоғары	Целлюлоза талшықтары беріктендіреді
Серпімділік модулі	Орташа	Жоғары	Матрицаның қаттылығы артады
Иілімділік	Жоғары	Орташа	Талшық қаттылығы әсер етеді
Су сыйымдылығы	Жоғары	Төмен	Барьерлік қасиеттер жақсарады

Пленкалардың ылғал сіңіру қасиеті туралы ғылыми мәліметтер көрсеткендей:

- целлюлоза мөлшері артқан сайын ылғал сіңіру төмендейді
- су буына өткізгіштік төмендейді

- пленканың тұрақтылық коэффициенті жоғарылайды

Бұл нәтижелер целлюлоза–PVA пленкаларын тағамдық орау, биомедицина және экологиялық қаптама материалдары саласында қолдануға мүмкіндік береді.

Обзорлы талдау нәтижесінде күріш қабығынан целлюлоза алу технологиясының ғылыми негіздері толық ашылды. Техникалық тұрғыда ең тиімді және экологиялық қауіпсіз тәсілдер анықталды:

- көпсатылы сілтілік өңдеу (5–20% NaOH)
- қышқылдық бейтараптандыру
- 5% H₂O₂ пайдалану
- механикалық талшықсыздандыру
- PVA матрицасымен композициялау

Жалпы алғанда, күріш қабығы целлюлозасы — жоғары қосылған құны бар, қолжетімді, экологиялық таза шикізат көзі екені ғылыми түрде дәлелденді.

Қорытынды

Күріш қабығы – ауыл шаруашылығы қалдықтарының ішінде ең көп таралған және қолжетімді биомасса түрлерінің бірі. Әдебиет деректеріне жасалған жан-жақты талдау нәтижесінде бұл шикізаттың құрамында жоғары мөлшерде целлюлоза бар екені және оны түрлі алдын ала өңдеу әдістері арқылы тиімді түрде бөліп алуға болатыны анықталды. Жүргізілген ғылыми шолу күріш қабығынан целлюлоза алу үдерісінің көпсатылы әрі күрделі екенін, алайда дұрыс технологиялық тәсілдер қолданылған жағдайда жоғары сапалы өнім алуға толық мүмкіндік бар екенін көрсетті.

Алдын ала өңдеудің негізгі кезеңдері — механикалық ұнтақтау, сілтілік делигнификация, қышқылдық бейтараптандыру және H₂O₂ көмегімен ағарту — күріш қабығының табиғи матрицасын селективті түрде бұзып, целлюлоза фракциясының тазалығын арттыруда шешуші рөл атқарады. 5%, 10% және 20% NaOH концентрацияларын салыстыру арқылы лигнин мен гемицеллюлозаны шығару тиімділігі әртүрлі екенін, ал 5% H₂O₂ қолданылған ағарту кезеңі экологиялық қауіпсіз әрі химиялық тұрғыда минималды зақым келтіретінін әдебиеттер негізінде анықтауға болады.

Механикалық талшықсыздандыру целлюлозаның морфологиясын жетілдіруге және микрофибрилді құрылым түзілуіне мүмкіндік береді. Бұл, өз кезегінде, алынған материалдың функционалдық қасиетін жақсартып, поливинилспиртпен (PVA) оңтайлы матрицалық байланыс түзуіне ықпал етеді. Әдебиеттерге жасалған шолу нәтижесі PVA–целлюлоза композициялық жүйелерінің механикалық беріктігі, барьерлік қасиеттері және құрылымдық тұрақтылығы жоғары болатынын дәлелдеді. Мұндай пленкалар биоқаптама, тағамдық орау, медицина және экологиялық материалдар бағытында перспективалы қолдану салаларына ие.

Жалпы алғанда, күріш қабығынан алынған целлюлоза — арзандығы, экологиялық тазалығы және функционалды қасиеттерін бақылау мүмкіндігі бар болуына байланысты қазіргі заман биополимерлік материалдар индустриясы үшін құнды шикізат көзі болып табылады. Әдебиет деректері бұл материалды қайта өңдеу технологияларын жетілдіру отандық және халықаралық деңгейде биополимерлер өндірісінің дамуына айтарлықтай үлес қосатынын көрсетеді.

Осылайша, күріш қабығынан целлюлоза алу технологиясы экологиялық тұрақты материалдар өндірісін дамыту, ауыл шаруашылығы қалдықтарын тиімді пайдалану және биоқауіпсіз композиттік пленкалар өндіру бағытында ғылыми және практикалық маңызы жоғары перспективалы бағыт ретінде қарастырылуы мүмкін.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Satbaev B. et al. Rice husk research: From environmental pollutant to a promising source of organo-mineral raw materials //Materials. – 2021. – Т. 14. – №. 15. – С. 4119.

2. Karaca A. E. et al. The simultaneous extraction of cellulose fiber and crystal biogenic silica from the same rice husk and evaluation in cellulose-based composite bioplastic films //Polymer Composites. – 2022. – Т. 43. – №. 10. – С. 6838-6853.
3. de Oliveira J. P. et al. Cellulose fibers extracted from rice and oat husks and their application in hydrogel //Food chemistry. – 2017. – Т. 221. – С. 153-160.
4. Wang Y. et al. Composition of lignocellulose hydrolysate in different biorefinery strategies: nutrients and inhibitors //Molecules. – 2024. – Т. 29. – №. 10. – С. 2275.
5. Shahi N. et al. Rice husk-derived cellulose nanofibers: a potential sensor for water-soluble gases //Sensors. – 2021. – Т. 21. – №. 13. – С. 4415.
6. Morales M. A. et al. Development and characterization of rice husk and recycled polypropylene composite filaments for 3D printing //Polymers. – 2021. – Т. 13. – №. 7. – С. 1067.
7. Chen Z., Xu Y., Shivkumar S. Microstructure and tensile properties of various varieties of rice husk //Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2018. – Т. 98. – №. 3. – С. 1061-1070.
8. Araque O., Arzola N., Cerón I. X. Microstructure and mechanical characterization of rice husks from the Tolima Region of Colombia //Resources. – 2024. – Т. 13. – №. 1. – С. 16.
9. Nakamura E. et al. Cellulose intrafibrillar mineralization of biological silica in a rice plant //Scientific reports. – 2021. – Т. 11. – №. 1. – С. 7886.
10. Taiye M. A. et al. A review of the use of rice husk silica as a sustainable alternative to traditional silica sources in various applications //Environmental Progress & Sustainable Energy. – 2024. – Т. 43. – №. 6. – С. e14451.
11. Nzereogu P. U. et al. Silica extraction from rice husk: Comprehensive review and applications //Hybrid Advances. – 2023. – Т. 4. – С. 100111.
12. Hamidu I. et al. Synthesis of silica and silicon from rice husk feedstock: A review //Heliyon. – 2025. – Т. 11. – №. 4.
13. Morimoto K., Tsuda K., Mizuno D. Literature review on the utilization of rice husks: focus on application of materials for digital fabrication //Materials. – 2023. – Т. 16. – №. 16. – С. 5597.
14. Ishida S. et al. Multi-step pre-treatment of rice husk for fractionation of components including silica //Frontiers in Chemistry. – 2025. – Т. 13. – С. 1538797.
15. Kakar N. et al. Genetic variability assessment of tropical indica rice (*Oryza sativa* L.) seedlings for drought stress tolerance //Plants. – 2022. – Т. 11. – №. 18. – С. 2332.
16. Қазақстан Республикасы Ұлттық статистика бюросы. Ауыл шаруашылығы дақылдарының жиынтығы бойынша статистикалық деректер (2023). – URL: <https://stat.gov.kz/>
17. Байдаков, А.Н. Территориальный социально-экономический потенциал развития АПК / А.Н. Байдаков, О.С. Звягинцева // АПК: Экономика, управление.-2021.-№12.-С.94-103.
18. Ishida S. et al. Multi-step pre-treatment of rice husk for fractionation of components including silica //Frontiers in Chemistry. – 2025. – Т. 13. – С. 1538797.
19. Chen Z, Xu Y, Shivkumar S. Microstructure and tensile properties of various varieties of rice husk. J Sci Food Agric. 2018 Feb;98(3):1061-1070. doi: 10.1002/jsfa.8556. Epub 2017 Aug 28. PMID: 28722221.
20. Bazargan A. et al. Optimization of the removal of lignin and silica from rice husks with alkaline peroxide //Journal of Cleaner Production. – 2020. – Т. 260. – С. 120848.
21. Delidovich I., Leonhard K., Palkovits R. Cellulose and hemicellulose valorisation: an integrated challenge of catalysis and reaction engineering //Energy & Environmental Science. – 2014. – Т. 7. – №. 9. – С. 2803-2830.
22. Di Francesco D. et al. OrganoSoxhlet: circular fractionation to produce pulp for textiles using CO₂ as acid source //Green Chemistry. – 2021. – Т. 23. – №. 23. – С. 9401-9405.
23. Russo B. et al. Biosourced adsorbent prepared with rice husk part 1: A complete understanding of the structure of materials, the major role of mineral impurities for metal extraction //Sustainable Materials and Technologies. – 2023. – Т. 36. – С. e00601.

24. Araque, O.; Arzola, N.; Cerón, I.X. Microstructure and Mechanical Characterization of Rice Husks from the Tolima Region of Colombia. *Resources* 2024, 13, 16. <https://doi.org/10.3390/resources13010016>
25. Sun C. et al. Advances in organosolv modified components occurring during the organosolv pretreatment of lignocellulosic biomass // *Bioresource Technology*. – 2023. – Т. 368. – С. 128356.
26. Gupta A., Kataria P., Sharma V. Physical, chemical composition and morphological analysis of rice husk reinforced epoxy composites // *Oxford Open Materials Science*. – 2025. – Т. 5. – №. 1. – С. itaf012.
27. Kumar S., Deswal S. A review on current techniques used in India for rice mill wastewater treatment and emerging techniques with valuable by-products // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2021. – Т. 28. – №. 7. – С. 7652-7668.
28. Fernandes I. J. et al. Characterization of silica produced from rice husk ash: comparison of purification and processing methods // *Materials Research*. – 2017. – Т. 20. – №. Suppl 2. – С. 512-518.
29. Hossain S. K. S., Mathur L., Roy P. K. Rice husk/rice husk ash as an alternative source of silica in ceramics: A review // *Journal of Asian Ceramic Societies*. – 2018. – Т. 6. – №. 4. – С. 299-313.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17863572>
ӘӨЖ:372.854

ХИМИЯНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТҮРЛЕРІ

САПАРБАЕВА ЖАДЫРА МЕДЕТҚЫЗЫ

химия пәнінің мұғалімі, ғылым магистрі
№6 Б Момышұлы атындағы мектеп- гимназия
Түркістан облысы Жетісай қаласы ҚР

Аннотация: Бұл жұмыста химияны оқыту әдістері мен олардың түрлері қарастырылады. Зерттеу барысында химия сабағында қолданылатын дәстүрлі және заманауи оқыту тәсілдерінің ерекшеліктері талданады. Дәріс, әңгіме, тәжірибелік жұмыс, зертханалық тәжірибелер сияқты классикалық әдістермен қатар, проблемалық оқыту, жобалық жұмыс, саралап оқыту, цифрлық технологияларды пайдалану секілді инновациялық әдістердің маңызы көрсетіледі. Әр әдістің оқушылардың білімін тереңдету, ғылыми ойлауын дамыту және оқу мотивациясын арттырудағы рөлі ашып көрсетіледі. Жұмыс химия пәнін тиімді оқыту үшін әдістерді дұрыс таңдау қажеттігін негіздеп, мұғалімдерге әдістемелік бағыт-бағдар береді.

Кілт сөздер: химияны оқыту, оқыту әдістері, дәстүрлі әдістер, инновациялық әдістер, зертханалық жұмыс, тәжірибелік сабақ, проблемалық оқыту, жобалық әдіс, саралап оқыту, цифрлық технологиялар, білім беру, әдістеме, оқу үдерісі.

Аннотация: В данной работе рассматриваются методы преподавания химии и их виды. В ходе исследования анализируются особенности традиционных и современных подходов к обучению, используемых на уроках химии. Наряду с классическими методами, такими как лекция, беседа, практическая работа, лабораторная практика, показано значение инновационных методов, таких как проблемное обучение, проектная работа, дифференцированное обучение, использование цифровых технологий. Раскрывается роль каждого метода в углублении знаний учащихся, развитии научного мышления и повышении учебной мотивации. Работа обосновывает необходимость правильного выбора методов для эффективного преподавания химии и дает методическое направление учителям.

Ключевые слова: преподавание химии, методы обучения, традиционные методы, инновационные методы, лабораторная работа, практические занятия, проблемное обучение, проектный метод, дифференцированное обучение, цифровые технологии, образование, методика, учебный процесс.

Abstract: This paper discusses methods of teaching chemistry and their types. The research analyzes the features of traditional and modern teaching approaches used in chemistry lessons. Along with classical methods such as lectures, conversations, practical work, laboratory practice, the importance of innovative methods such as problem-based learning, project work, differentiated learning, and the use of digital technologies is shown. The role of each method in deepening students' knowledge, developing scientific thinking and increasing learning motivation is revealed. The work substantiates the need for the correct choice of methods for effective teaching of chemistry and provides methodological guidance to teachers.

Keywords: chemistry teaching, teaching methods, traditional methods, innovative methods, laboratory work, practical exercises, problem-based learning, project method, differentiated learning, digital technologies, education, methodology, educational process.

Химияны жалпы білім беретін мектептерде оқыту оқушылардың табиғат құбылыстарын ғылыми тұрғыдан түсінуіне, заттар мен олардың өзгерістерін талдай білуіне, зерттеу дағдыларын дамытуына бағытталған маңызды педагогикалық үдеріс. Қазіргі білім беру

жүйесінде оқыту әдістерін дұрыс таңдау мұғалімнің кәсіби құзыреттілігін көрсететін негізгі көрсеткіштердің бірі болып табылады. Әдістер оқушылардың жас ерекшеліктеріне, танымдық қабілеттеріне, оқу мақсаттарына сәйкес болуы тиіс.

Химия пәнінің мазмұны күрделі теориялық ұғымдар мен нақты тәжірибелерді ұштастыратындықтан, тиімді оқыту үшін әр түрлі әдістерді үйлесімді қолдану ерекше маңызға ие. Химия ғылымы – табиғаттағы заттардың құрамын, құрылымын және олардың бір-бірімен әрекеттесу заңдылықтарын зерттейтін маңызды пәндердің бірі.

Мектепте химияны тиімді оқыту оқушылардың ғылыми дүниетанымын қалыптастыруға, логикалық ойлауын дамытуға және тәжірибелік дағдыларды меңгеруіне мүмкіндік береді. Осы мақсатта әр түрлі оқыту әдістері қолданылады. Оқыту әдісі – мұғалім мен оқушының өзара әрекеті арқылы оқу материалын меңгеруге бағытталған тәсілдер жүйесі.

Химияны оқыту әдістемесінің зерттейтін объектісі – сол пәнді оқыту әрекеті. Химияны оқыту әдістемесі ғылыми оқыту әрекетін методикалық деңгейде зерттейді. Барлық жеке пәндерді оқыту, солардың ішінде химияны оқыту методикасы дидактиканың ашқан жаңалықтарына сүйенеді, оларды өзінің методологиялық негізі ретінде пайдаланады.

Оқыту әдістері дегеніміз – белгіленген оқу мақсатына жету үшін мұғалімнің іс-әрекеті мен оқушы іс-әрекетінің үйлесу түрлері, тәсілі.

Оқытудың мақсаттары мен құралдары тұрғысынан алғанда оқыту әдістері мұғалімнің оқушыларды білім және білікпен қаруландыратын, адамгершілік көзқарас қалыптастыратын құралдары мен тәсілдерінің жиынтығы.

Оқытудың мақсаты мазмұнын игеру арқылы жүзеге асады. Оқытудың әдістері, құралдары, іс-әрекеті осы мазмұнды меңгеруге бағытталған. Бұл тұрғыдан қарағанда “Химияны оқыту әдістері химия ғылымының мазмұнымен анықталады, өйткені әдіс дегеніміз – мазмұнның ішкі қозғалысы”.

Келтірілген анықтамалардың біреулері дұрыс, екіншісі бұрыс деп айта алмаймыз, өйткені әдістің мәнін ашу үшін оқыту әрекетінің жеке жақтары пайдаланылған. Солардың бәрінің басын қосып, оқыту әдістері дегеніміз – белгіленген мақсатқа сәйкес анықталған мазмұнды игеру үшін мұғалім мен оқушы іс-әрекетінің үйлесу формалары деген анықтамаға келеміз [1].

Химияны оқыту әдістері, ғылыми зерттеу әдістерімен ұштасып жатады, оқушылардың химия объектілерін танып-білу әрекетінің ерекшеліктерімен де сипатталады.

Оқыту әдістерінің жіктелуі

Қазіргі оқытудың қалыптасқан дәстүрлі әдістері оқытушы мен оқушылардың қызметінің сыртқы белгілеріне қарап анықталып, білім көздері бойынша жіктеліп жүр.

Сөздік әдістер – оған мұғалімнің әңгімесі, түсіндіруі, әңгімелесіп-кеңесуі, баяндап беруі, дәріс, кітаппен жұмыс кіреді де сөздік әдістер тобына бірігеді.

Сезімдік қабылдау немесе көрнекілік әдістер – тәжірибелер, кестелер, сызбанұсқалар, модельдер, диапозитивтер, кино-фильмдерді көрсету, заттардың үлгісін, жинақтамаларын көрсету, өндірістік құбылыстар мен үрдістерді бақылау, танымжорық-саяхатқа шығу.

Оқытудың сарамандық әдістер тобына – зертханалық тәжірибелер, сарамандық сабақтар, сан және сапалық-сынақ тәжірибелік есептер шығару, аспаптар құрастыру, сызбанұсқа, диаграммалар әзірлеу, графиктер сызу, оқу-тәжірибе үлгісіндегі сарамандық жұмыстар.

Перцептивтік аспект құбылыстар мен деректерді әр түрлі жолмен түсіндірудің әдістері. Мұнда оқушылар тыңдап-бақылау немесе сарамандық іс-әрекет орындайды. Бұл негізінен педагогикалық әдістердің үш тобын қамтиды: сөздік, көрнекілік, сарамандық әдістер тобын.

Гиостикалық аспект – проблемалық ізденушілік әдістер немесе репродуктивті тәсілді қамтиды. Оған оқушылардың жаңа оқу материалын меңгеру жолдарын өз бетінше ойлап, проблемалық ахуал тудыру, тәсілдерін білу және шешу жолдары жатады. Ол – негізінен түсіндірме-көрнекі бейнелеу, проблемалық, жартылай ізденуші-зерттеу әдістері жатады.

Логикалық аспект-оқу материалын түсіндіру кезіндегі индуктивті, дедуктивті, продуктивті, синтезбен, талдау, салыстыру, қорытындылау, редукциялау, дерексіздендіру, жүйелеу тәсілдерінің әдістері жатады.

Басқару аспектісі негізінен оқу-тәрбие қызметінде мұғалімнің басшылығымен оқушылардың өзбеттерінше орындайтын оқу қызметі кіреді. Оқу қызметін ынталандыру мен уәждендіру әдістері

Ынталандыру, уәждендіру әдістері- саналылықты, жауапкершілікті, табандылықты, талапкерлікті, сенімді, жаттығуды, қасиеттерді керек етеді [2].

Оқытудың әрбір жалпы әдістер тобына жататын әдістер ІІІ кезегінде сөздік, сөздік-көрнекі және сөздік-көрнекі сарамандық әдістер тобына бөлінеді.

Жалпы әдістер мұғалімнің өз қызметінің белгілі бір түрін тандап алуын алдын ала анықтап, оқыту үрдісін ұйымдастыру ережелерін көрсетеді. Олай болса, әдіс-ғылыми түрде негізделген ереже, іс-әрекетке басшылық, мақсатқа жетудің сол мақсатпен анықталатын тәсілі.

Әдістің негізгі мазмұны ондағы іс-әрекет идеясы. Сонымен қатар аса маңызды белгісі оның әрқашан әрекет етушіге қатысы, өйткені нақзатсыз және осы нақзаттың белгілі қызметіне қатысты, олай болса әдіссіз іс-әрекет болуы мүмкін емес.

Түсіндірме көрнекі бейнелеу әдісі мұғалімнің екі негізгі іс-әрекетін, жаңа білімді баяндап түсіндіруін және оқушылардың дербес оқу әрекетін ұйымдастыруын көрсетеді. Мұғалімнің оқу материалын баяндауының үш түрі белгілі: монологтық, диалогтық және көрсетілімді пайымдау тәсілі, сондай-ақ оқушылардың өздігінен істейтін оқу әрекетін ұйымдастырудың да үш түрлі дидактикалық әдістері бар, олар: тапқырлық, зерттеу және бағдарланған тапсырмалар деп аталады.

Зерттеу жалпы әдісінің сөз әдісі: оқу және ғылыми-көпшілік әдебиеттермен оқушылардың өздігінен істейтін жұмысы; сөз-көрнекі әдісі: әдебиеттермен және көрнекі құралдармен өздігінен жұмыс; сөз көрнекі-сарамандық әдістер тізбесі сөз әдістеріндегідей, бірақ оқушылардың іс-әрекеті зерттеуге, субъективті жаңалық ашуға бағытталған.

Оқыту әдістерін жалпы логикалық жағынан алғанда индукция және дедукция, аналогия деп жіктейді.

Химия ғылымының зерттеу әдістерін химияны оқытуға қолданғанда оқыту әдістерін бақылау, химиялық эксперимент, модельдеу, суреттеу, теориялық түсіндіру, теориялық болжаулар әдістері деп жіктейді.

Қазіргі таңда жалпы мұғалімдердің алдында тұрған негізгі міндет ұлттық менталитеті жоғары, сана-сезімі дамыған, өзіндік көзқарасы бар жеке тұлғаны қалыптастыру. Осы бағытта жоғары мектепте берілетін ғылымның теориялық және әдістемелік негіздерінің, яғни сабақ түрлері мен оның сапасын арттыру жөнінде түрлі жұмыстар жүргізілуде. Соның негізінде жалпы жаратылыстану пәндерінің ішінде химия ғылымы жоғары мектептегі оқытылатын негізгі пән болып табылады.

Химияны оқыту әдістерін тиімді пайдалану оқу сапасын арттырудың негізгі шарты. Әдістерді дұрыс тандау оқушылардың пәнге деген қызығушылығын оятып, ғылыми ойлауын қалыптастырады, тәжірибелік дағдыларын дамытады. Қазіргі заман мұғалімі әр сабақта бірнеше әдісті кіріктіре отырып, оқыту процесін жан-жақты ұйымдастыруы қажет. Химияны оқыту әдістерінің сан алуандығы мұғалімге оқу процесін тиімді ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Әдістерді дұрыс тандау – білім сапасын арттырудың негізгі жолы.

Тиімді сабақ құру үшін мұғалім бірнеше әдісті үйлестіріп қолдануы қажет: теорияны түсіндіру, тәжірибе жасау, сұрақ-жауап, проблемалық тапсырмалар, АКТ қолдану және топтық жұмыс.

Осы әдістерді жүйелі пайдалану оқушылардың ғылыми дүниетанымын қалыптастырып, олардың химия пәніне деген қызығушылығын арттырады, сонымен бірге зерттеу және практикалық дағдыларын дамытады [3].

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Шаповаленко С.Г. Методика обучения химии.-М.: Учпедгиз, 1963ж. – 668с.
2. Тантабаева Б.С., Даутова З.С Химияны оқыту әдістемесі (оқулық) Өскемен: 2014 «Берел» баспасы
3. Нұғыманұлы И., Шоқыбаев Ж.Ә., Өнербаева З.О. - Химияны оқыту әдістемесі: Оқу құралы 2005 ж. Алматы. Print-S баспасы.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17863619>
665.7:662.79

МҰНАЙБИТУМДЫ ЖЫНЫСТАРДЫ ТЕРМИЯЛЫҚ ӨНДЕУ АРҚЫЛЫ БИТУМ АЛУ

АБДИБАЕВА НАРГИЗА ГАБИТКЫЗЫ

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің жаратылыстану және география факультетінің 2 курс магистранты

Ғылыми жетекшісі- МУКАТАЕВА ЖАЗИРА САГАТБЕКОВНА

Алматы, Қазақстан

Аннотация: Бұл мақалада мұнай битумды жыныстарды термиялық өңдеу арқылы битум алу үдерісінің негізгі ерекшеліктері қарастырылды. Зерттеуде мұнай битумды жыныстардың минералдық және органикалық құрамы, олардың қыздыру кезіндегі тұрақтылығы және құрылымдық өзгерістері талданды. Термиялық өңдеу әдісінің артықшылықтары ретінде битум шығымының артуы, қоспалардың азаюы және алынған өнімнің жол құрылысында қолдануға жарамдылығы көрсетілді. Сонымен қатар, Қазақстан аумағындағы мұнай битумды жыныстар кен орындарының әлеуеті және термиялық өңдеуді өнеркәсіптік деңгейде енгізу мүмкіндіктері талқыланды.

Кілт сөздер: мұнай битумды жыныстар, термиялық өңдеу, битум, органикалық құрам, экстракция, кен орындары.

Аннотация: В данной статье рассмотрены основные особенности получения битума из нефтебитумных пород методом термической обработки. Проанализированы минеральный и органический состав нефтебитумных пород, их устойчивость при нагревании и структурные изменения, происходящие в процессе термического воздействия. Показаны преимущества термической обработки, включая повышение выхода битума, снижение количества примесей и пригодность полученного продукта для использования в дорожном строительстве. Кроме того, обсужден потенциал месторождений нефтебитумных пород на территории Казахстана и возможности внедрения данного метода на промышленном уровне.

Ключевые слова: нефтебитумные породы, термическая обработка, битум, органический состав, экстракция, месторождения.

Abstract: This article examines the main aspects of obtaining bitumen from oil bituminous rocks through thermal processing. The mineral and organic composition of oil bituminous rocks, their stability during heating, and structural changes under thermal influence are analyzed. The advantages of thermal processing, including increased bitumen yield, reduced impurities, and the suitability of the obtained product for road construction, are highlighted. Additionally, the potential of oil bituminous rock deposits in Kazakhstan and the prospects for implementing this method on an industrial scale are discussed.

Keywords: oil bituminous rocks, thermal processing, bitumen, organic composition, extraction, deposits.

1. КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта әлемдік экономика мен энергетика саласының орнықты дамуы көмірсутек шикізатына тікелей тәуелді болып отыр. Жеңіл және орта фракциялы мұнай қорларының сарқылуы, жаңа кен орындарын игерудің күрделілігі мен құнының артуы балама көмірсутек көздерін пайдаланудың маңыздылығын арттырды [1]. Осындай балама көздердің

бірі болып саналатын мұнайбитумды жыныстар (МБЖ) энергетика және мұнай-химия салалары үшін стратегиялық маңызы бар ресурстар қатарына енгізілуде. Әдеби деректер бойынша табиғи битум мен ауыр мұнайдың әлемдік ресурстары шамамен 5,6 триллион баррельді құрайды, бұл оларды ұзақ мерзімді перспективада мұнай өндірудің маңызды көзі ретінде қарастыруға мүмкіндік береді [2].

Мұнайбитумды жыныстар — құрамында жоғары тұтқырлыққа ие табиғи битум, минералды қоспалар, су және ұсақ дисперсті органикалық заттар болатын күрделі көпкомпонентті жүйе. Табиғи битумның физика-химиялық қасиеттері (асфальтендердің 25–75% аралығындағы жоғары үлесі, тығыздығының $1,0 \text{ г/см}^3$ шамасында болуы, шайырлы-фракциялық құрылымның күрделілігі, металдардың (Ni, V) көп мөлшері) оны өңдеу процесін едәуір қиындатады [3]. Соған қарамастан, технологиялық процестердің дамуы мұндай ресурстарды тиімді өңдеуге мүмкіндік беретін жаңа әдістердің пайда болуына алып келді [4].

МБЖ-дан битум немесе синтетикалық мұнай алу бағытында әртүрлі әдістер — термиялық, каталитикалық, еріткіштік, гидротермиялық тәсілдер — ұсынылғанымен, олардың көпшілігі экономикалық жағынан күрделі, жоғары энергия шығынын талап етеді немесе күрделі реагенттермен жұмыс істеуді қажет етеді [5]. Сол себепті қарапайым, қауіпсіз, экологиялық жағынан тиімді және өндірістік тұрғыдан бейімделуге қабілетті технологияларды әзірлеу өзекті міндет болып табылады.

Қазақстан аумағында мұнайбитумды жыныстардың кен орындары кең таралған. Батыс Қазақстан өңіріндегі Беке, Мұнайлы-Мола және басқа шөгінді алаптарда органикалық зат мөлшері 10–16% аралығында болатын, термиялық өңдеуге бейімділігі жоғары жыныстардың айтарлықтай қоры анықталған [6]. Жалпы алғанда, Қазақстандағы МБЖ ресурстары 15–20 млрд тоннадан асады деп бағаланады, бұл отандық мұнай-химия өнеркәсібіндегі битум тапшылығын азайтуға және импорттық тәуелділікті төмендетуге елеулі үлес қоса алады [7].

Мұнайбитумды жыныстарды термиялық өңдеу — органикалық компоненттерді қыздыру арқылы олардың құрылымын өзгертіп, жеңіл көмірсутектерге ыдырататын процесс. Бұл әдіс еріткішпен қосарлана қолданылғанда, бастапқы битумның тұтқырлығын төмендетіп, органикалық бөліктің жылдам бөлінуіне ықпал етеді. Жұмыста қолданылған әдіс құрамында еріткіш бар, алайда катализатор қолданылмайды, бұл процестің тиімділігін арттыра отырып, технологияны қарапайым және қауіпсіз етеді. Еріткіштің болуы термиялық әсер кезінде бөлінетін сұйық фракцияны тұрақтандырып, битумның шығымын ұлғайтуға мүмкіндік береді [8].

Қазақстан жағдайында МБЖ өңдеудің экологиялық аспектісі де аса маңызды. Өңдеу барысында түзілетін қатты минералды-коксті қалдықтар, әдетте, өндіріс қалдығы ретінде сақталып, қоршаған ортаға әсер етеді. Ал оларды қайта өңдеу немесе құрылыс материалдарына қолдану қалдықсыз технологияның қалыптасуына мүмкіндік береді. Осы тұрғыдан алғанда, МБЖ термиялық өңдеу арқылы алынған қалдықтарды пайдалы өнімге айналдыру — ғылыми және өндірістік маңызы бар міндет. Мұнай өнімдері кез келген мемлекеттің экономикалық дамуында маңызды рөл атқарады. Энергия тұтынудың өсуі ел экономикасының дамуымен тығыз байланысты. Алайда, әлемдік энергияға деген сұраныс артып жатқанда, дәстүрлі мұнай қоры азайып келеді. Белгілі мұнай кен орындарындағы шикізат тапшылығы бұрын көп көңіл бөлінбеген энергия көздерін іске асыруға мүмкіндік береді [9].

«Қарамай құмдары» деп те аталатын мұнай құмдары әлемнің бірнеше аймақтарында табылған. Екі ең үлкен мұнай құмдары кен орындары Венесуэла мен Канада (Альберта) өңірлерінде орналасқан, олар әлемдік дәлелденген мұнай қорларының шамамен үштен бірін құрайды [8]. Қазіргі уақытта мұнай құмдары коммерциялық түрде тек Канаданың және Венесуэланың кен орындарында өндіріледі. Жыл сайын өндірілетін мұнай битумдарына деген сұраныс артып жатыр (Кесте 1).

1-кесте Сұйық көмірсутектердің дәстүрлі емес көздерін өндіру болжамы, күніне млн. баррель [9]

Баламалы отын түрлері	2015	2020	2025	2030	2035
Дәстүрлі емес сұйық көмірсутек қорлары	6,1	7,6	9,1	10,8	12,9
Мұнай битумды құмдар	2,4	2,9	3,5	4,2	5,2
Аса ауыр мұнай	0,8	1,1	1,2	1,4	1,5
Көмірден жасалған сұйық отындар	0,3	0,5	0,8	1,1	1,4
Сұйық газ отындары	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
Битуминозды тақтатастар	0	0	0,1	0,2	0,4

Битумдар — қара немесе қою қоңыр түсті органикалық заттар, олар жоғары молекулалық көмірсутектердің — нафтен қатарының (C_nH_{2n}), ароматтық қатарының (C_nH_{2n-6}) және метан қатарының (C_nH_{2n+2}), сондай-ақ олардың туындыларының қоспасынан тұрады. Битумның құрамындағы көмірсутек қосылыстарында әдетте оттегі, азот, күкірт, темір, никель және т.б. элементтер де болады. Битум молекулаларының молекулалық массасы 300-ден 5000-ға дейінгі бірліктерді құрайды. Битумдар бензолда, толуолда, ксилолда, хлороформда, төртхлорлы көміртекте, күкіртті көміртекте және басқа да кейбір органикалық еріткіштерде ериді. Битумның нақты тығыздығы шамамен 1 г/см^3 . Битум молекулаларының негізгі бөлігі 25–150 көміртек атомынан тұрады. Көміртек атомдарының тізбектер, сақиналар, басқа да химиялық элементтер — оттегі, азот, күкірт кіретін күрделі торлар түзу қабілеті әртүрлі, айқын ерекшеленетін қасиеттері бар қосылыстардың болуына себеп болады. Сондықтан битумдар үшін элементтік емес, топтық құрам анықталады, яғни әртүрлі көмірсутек топтарының мөлшері. Битум құрамынан әдетте келесі көмірсутек топтары бөлінеді: майлар, шайырлар, асфальтендер, асфальтоген қышқылдары, карбендер мен карбоидтар, сондай-ақ парафиндер. Битумды құрылымы мен қасиеттері ұқсас жеке қосылыс топтарына бөлу олардың органикалық еріткіштердегі (бензол, күкіртті көміртек және т.б.) әртүрлі ерігіштігіне, сондай-ақ силикагель немесе басқа адсорбенттердегі адсорбцияның әртүрлілігіне негізделген. Аталған көмірсутек топтары құрылысы мен физика-химиялық қасиеттері бойынша ерекшеленеді және битум қасиеттеріне әртүрлі әсер етеді [10].

Майлар — молекулалық массасы 300–600 бірлік болатын қарапайым құрылымды парафин, нафтен және ароматтық қатардағы көмірсутектерден тұрады. Майларды петролей эфирінде немесе жеңіл бензинде еріту арқылы бөліп алады. Майлар битумға қозғалыс беру, ұшқыштығын арттыру және жұмсару температурасын төмендету қасиеттерін береді. Майлардың тығыздығы 1 г/см^3 -тан төмен.

Шайырлар — молекулалық массасы 600–1000 бірлік, тығыздығы шамамен 1 г/см^3 болатын циклдік және гетероциклдік құрылымды көмірсутектерден тұрады. Шайырларды бензинде, бензолда және хлороформда еріту арқылы бөліп алады. Олардың құрамында көп мөлшерде полярлы күкірті, азоты және оттегі бар туындылар болады, бұл олардың беттік белсенділігін арттырады. Шайырлардың болуы битумға суға төзімділік, созылғыштық және серпімділік қасиеттерін береді.

Асфальтендер — тығыздығы 1 г/см^3 -тан жоғары, молекулалық массасы 1000–5000 бірлік болатын қатты және балқыма қасиеті жоқ заттар. Олар бензолда және төртхлорлы көміртекте ериді. Асфальтендер битумның тұтқырлығын, қаттылығын және жылуға төзімділігін арттырады.

Асфальтоген қышқылдары – полярлы заттар. Олар этил спиртінде жақсы ериді және тығыздығы 1 г/см^3 -тан жоғары. Асфальтоген қышқылдары битумның минералды материалдарға жабысуын (адгезиясын) арттырады. Битумдағы асфальтоген қышқылдарының мөлшері оның қышқыл саны арқылы анықталады.

Карбендер мен карбоидтар құрамы және қасиеттері жағынан асфальтендерге ұқсас, бірақ тығыздығы жоғары болады. Олар тек күкіртті көміртеkte ериді. Карбендер мен карбоидтардың мөлшері артқан сайын битумның морттығы (сынғыштығы) артады.

Парафиндер — бұл қатты метанды көмірсутектер. Парафиндер битумның созылғыштығын төмендетеді, ал олардың кейбір түрлері битумның морттығын күшейтеді.

Мұнайбитуминозды жыныстар (МБЖ) — көп компонентті және салыстырмалы түрде оңай өңделетін маңызды шикізат түрі болып саналады. Бұл жыныстардың қоры, әсіресе Батыс Қазақстанда, айтарлықтай мол. Сарапшылардың бағалауынша, табиғи битумның жалпы қоры шамамен 1 млрд тоннаны, ал мұнайбитуминозды жыныстардың ресурстары 15 млрд тоннадан асады. Дегенмен, оларды кең ауқымда игеруге өндіру, тасымалдау және өндеудің тиімді әдістерінің жеткіліксіздігі кедергі келтіріп отыр [11].

Қазақстан бүгінде Еуразия кеңістігіндегі жетекші мұнай өндіруші мемлекеттердің бірі және мұнай саласы ұлттық экономиканың негізгі тірегі болып табылады. Алайда ұзақ жылдар бойғы қарқынды өндіру мұнай қорларының азаюына, шикізат сапасының төмендеуіне, өндіріс пен қайта өңдеу процестерінің күрделенуіне және өзіндік құнының өсуіне әкелді. Осыған байланысты жоғары тұтқырлы ауыр мұнайлар (ЖТАМ) мен табиғи битумдарды балама ресурс ретінде игеру қажеттілігі артып келеді. Бұл ресурстардың ірі қоры Батыс Қазақстанда шоғырланған.

Әлемдік практикада жоғары тұтқырлы көмірсутектер Канада, АҚШ, Венесуэла, Аргентина және Ресей сияқты мемлекеттерде белсенді игерілуде. Ал Қазақстанда МБЖ кен орындары жеткіліксіз зерттелген, тиімді технологиялар мен арнайы жабдықтар жоқ, сондай-ақ алынған өнімдерді қолдану мүмкіндіктері туралы ақпарат аз болғандықтан, бұл ресурстар іс жүзінде пайдаланылмай отыр. Сонымен қатар МБЖ-ның жоғары тығыздығы, тұтқырлығы, шайыр мен асфальтендерге бай құрамы, дистиллят шығымының төмендігі дәстүрлі өндіру және өңдеу тәсілдерін тиімсіз етеді.

Мұнайбитумды жыныстар мұнайды алмастырушы ғана емес, жол құрылысында, гидроокшаулағыш материалдарда, коррозияға қарсы жабындарда, бояулар мен лак өнеркәсібінде кең қолданылатын бағалы ресурс. Олар құрамында ванадий, никель, мыс, сынап сияқты металдарды да қамтиды [12]. Қазақстанда барлығы алты жақсы зерттелген кен орны (Беке, Мұнайлы-Мола, Алашақазған, Қопа, Иманқара, Дөңгелексор) белгілі, бірақ МБЖ-ға қатысты зерттеу жұмыстары әлі де жеткіліксіз [1].

Қазақстандағы мұнайдың жиналуының екі негізгі механизмі бар:

1. күмбез құрылымдардағы құмтастарда жинақталу (Беке, Мұнайлы-Мола және т.б);
2. тектоникалық қозғалыстар нәтижесінде мұнайлы қабаттардың бұзылуы мен жарықтардың түзілуі (Дөңгелексор, Иманқара және т.б).

Қаламқас, Құмкөл, Солтүстік Бозащы, Жаңажол сияқты ірі кен орындары да көмірсутек ресурстарына бай [4].

Мұнайбитумды жыныстардың негізгі қасиеттері олардың минералдық және органикалық бөліктерінің құрылымы мен мөлшеріне байланысты. Органикалық заттардың үлесі кейбір кен орындарында 95%-ға дейін жетеді. Қазақстандағы МБЖ-ның органикалық бөлігі негізінен 40–65% майлардан, 18–35% шайырлардан және 3–37% асфальтендерден тұратын мальтамен сипатталады. Олардың фракциялық құрамы парафин-нафтенді көмірсутектердің және спирт-бензол шайырларының басымдығымен ерекшеленеді.

МБЖ-ны пайдалану перспективасы зор: олардан жол-құрылыс битумын, лак-бояу өнімдерін, коррозияға қарсы материалдарды, полиуретан-битумды герметиктерді, сондай-ақ конверсиялық мотор отынын өндіруге болады [10]. Атырау облысының Жылыой ауданындағы 20-ға жуық кен орнын игеру Қазақстанның битумға деген сұранысын толық өтеуге мүмкіндік береді.

Ақший, Қарамурат (Мұнайлы-Мола), Қойқара, Әлімбаи және Сатыбалды кен орындары бойынша жүргізілген зерттеулер олардың битумға бай, перспективалы аймақтар екенін көрсетеді. Мысалы, Әлімбаи кен орнында битум шығымы тереңдікке байланысты 3,4%-дан

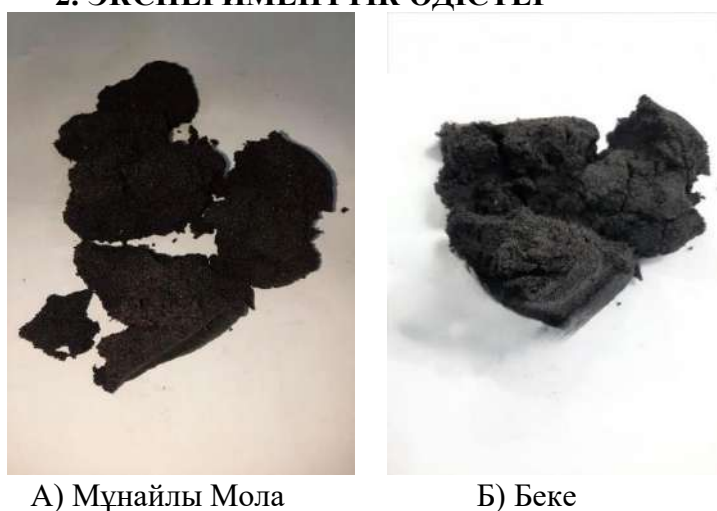
13,7%-ға дейін өзгеретіні анықталған. Фракциялық құрамында парафин-нафтенді көмірсутектер басым, асфальтендер мөлшері төмен.

1996 жылы Т.М. Распутина мен Н.Р. Букеиханов бастаған ғалымдар МБЖ-ны ультракүлгін сәулелендіру арқылы көмірсутекті газдарға ыдырату әдісін патенттеді [3]. Фотолиз нәтижесінде газ шығымы артып, жыныстардың минералдық бөлігі асфальтобетон қоспаларына жарамды екені дәлелденген.

Мұнайбитумды жыныстарды игеру Қазақстанның жол құрылысы, мұнай-химия өнеркәсібі және энергетика салалары үшін маңызды. Сонымен қатар, МБЖ-дан синтетикалық мұнай мен сирек металдарды алу – қазіргі зерттеулердің өзекті бағыты [6].

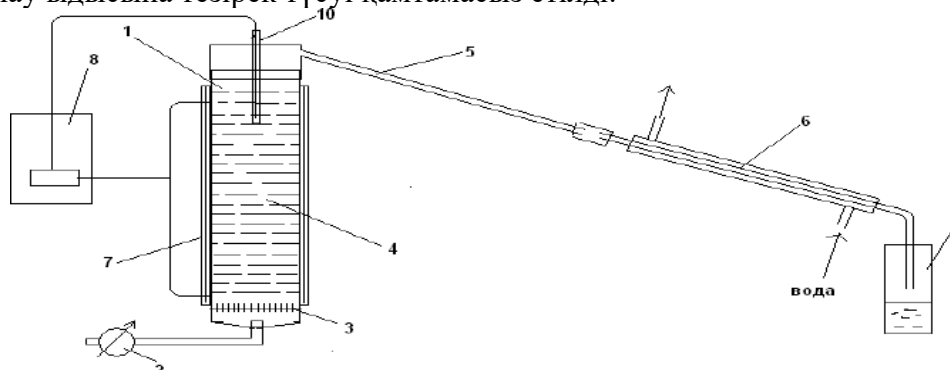
Жалпы алғанда, МБЖ-ны кешенді зерттеу, олардың құрамын, қасиеттерін және экстракция арқылы битум алудың тиімді әдістерін анықтау – болашақта жаңа технологияларды дамытуға және алынған өнімдерді өнеркәсіпте қолдануға негіз болады.

2. ЭКСПЕРИМЕНТТІК ӘДІСТЕР



1-сурет – Мұнай битумды жыныс үлгілері

Зерттеу нысандары ретінде Беке (Маңғыстау облысы) және Мұнайлы Мола (Атырау облысы) кен орындарының мұнайбитумды жыныстары алынды (1-сурет). Табиғи битумды бұл жыныстардан алу термиялық әдіспен жүзеге асырылды. Экстракция Сокслет аппаратында жүргізіліп, еріткіш ретінде толуол және бензол қолданылды. Табиғи битумды термиялық әдіспен алу үдерісі периодты жұмыс істейтін қондырғыда 45 минут бойы жүргізілді. Эксперимент барысында белгілі массасы бар мұнайбитумды жыныс реакторға бөлме температурасында енгізіліп, термореттегіш арқылы қажетті процесс температурасы орнатылды. Температура 180–250 °С аралығында зерттелді. Температура 100 °С-қа жеткен кезде вакуумдық насос іске қосылып, мұнайбитумды жыныстан бөлінген және балқытылған битумның жинау ыдысына тезірек түсуі қамтамасыз етілді.



2-сурет – Табиғи битумды термиялық әдіспен алу қондырғысының схемасы:
1 – цилиндрлік реактор; 2 – түтік; 3 – перфорацияланған диафрагма; 4 – шикізат;
5 – газ бен өнімдерді шығару штуцері; 6 – тоңазытқыш; 7 – электр пеші;
8 – терморегулятор; 9 – қабылдағыш; 10 – термопара.

3. НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ

Нефтебитумды жыныстардан битум алу термиялық әдіспен жүргізілді. Термикалық әдіспен алынған битумдардың негізгі орташа көрсеткіштері 1-кестеде берілген.

2-кесте – Мұнайбитумды жыныстардан алынған битумдардың көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Беке	Мұнайлы Мола
Битум мөлшері, масс. %	10	13
Тығыздығы, кг/м ³	980,0	970,0
Зольдігі, масс. %	0,59	0,53
Пенетрация (0 °C), 0,1 мм	22	21
КиШ жұмсару температурасы, °C	28,0	32,0

Беке және Мұнайлы Мола кен орындарындағы жыныстардың битум мөлшері тиісінше 10 және 13 масс. % құрайды. Тығыздықтың жоғары болуы (980 кг/м³ және 970 кг/м³) олардың органикалық бөлігінің шайырлылығының көптігімен және жеңіл көмірсутектердің төмен мөлшерімен түсіндіріледі. Битумның зольдігі 0,59 және 0,53 масс. % болып, экстракция процесінде жыныстағы саздың белгілі бір бөлігі бөлінетінін көрсетеді.

Физика-механикалық көрсеткіштері бойынша NBP органикалық бөлігі жол битумдарына қойылатын талаптарға жақын, бірақ кейбір параметрлер бойынша толық сәйкес келмейді. 25 °C-та пенетрация өлшенбеді, себебі битум тым жұмсақ, сондықтан көрсеткіш 0 °C-та анықталды. КиШ бойынша жұмсару температурасы Беке битумында 28,0 °C, ал Мұнайлы Мола битумында 32,0 °C құрайды.

Жүргізілген зерттеу нәтижесінде термиялық бөлудің оңтайлы жағдайлары анықталды: температура – 250 °C, процесс уақыты – 45 минут, қыздыру жылдамдығы – минутына 10 °C. Осы әдіспен алынған табиғи битумның қасиеттері стандартты жол битумының талаптарына толық сәйкес келмейді, сондықтан техникалық битум алу үшін қосымша өңдеу қажет.

Табиғи битумның элементтік құрамы «Carlo Erba» анализаторында анықталды (2-кесте).

3-кесте – Беке және Мұнайлы Мола НБП-ларынан алынған табиғи битумның элементтік құрамы

Битум түрі	Күлділік, %	C	H	S	N	O
Мұнайлы Мола	0.34	84.70	11.91	1.12	0.30	1.63
Беке	1.15	84.92	11.44	0.50	0.45	1.54

Зерттеудің маңызды нәтижесі – Беке және Мұнайлы Мола битумдарының көміртек, сутек, оттегі және азот мөлшерлері өте ұқсас екендігі. Беке битумындағы күкірттің мөлшері Мұнайлы Молаға қарағанда аз (0,50 масс. %), бірақ оның күлділігі жоғары (1,15 масс. %).

Жалпы түрде, екі кен орнының битумдары органикалық элементтердің шамалас мөлшерін қамтиды. Эксперименттік зерттеулер мұнайбитумды жыныстардан термиялық әдіспен табиғи битум алуға болатынын дәлелдеді. Алынған битум жол құрылысында қолдануға жарамды, бірақ стандартқа сәйкес келтіру үшін қосымша өңдеу қажет.

ҚОРЫТЫНДЫ

Термиялық өңдеу әдісі мұнайбитуминозды жыныстардан битум алудың ең тиімді және сенімді әдістерінің бірі болып табылады. Бұл тәсіл технологиялық тұрғыдан қарапайым, процесс басқаруға ыңғайлы және өндірістік жағдайларда оңай масштабтауға мүмкіндік береді.

Қолданылатын қайта өңделетін еріткіштер экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етіп, қосымша шығындарды азайтады.

Битумды төмен температурада және қысқа уақыт аралығында бөліп алу энергия тұтынуын азайтып, процесс тиімділігін арттырады. Сонымен қатар, термиялық өңдеу алынған битумның физико-химиялық қасиеттерін тұрақты деңгейде сақтауға мүмкіндік беріп, оның жол-құрылыс материалдары мен өнеркәсіптік мақсаттарға қолданылуына негіз болады.

Осы әдіс табиғи ресурстарды тиімді пайдалану, қалдықтарды азайту және экологиялық тұрақтылықты сақтау тұрғысынан да маңызды. Қолданылатын технология қарапайым әрі сенімді болғандықтан, оны пилоттық жобалардан бастап ірі өндірістік масштабқа дейін қолдануға болады.

Жалпы алғанда, термиялық өңдеу әдісі мұнайбитуминозды жыныстарды тиімді, экологиялық және экономикалық тұрғыдан перспективалы жолмен өңдеуге мүмкіндік береді және Қазақстанның энергетика, мұнай-химия және құрылыс салаларына қосымша шикізат көзі ретінде қызмет етуге қабілетті.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Иманбаев Е.И. и др. Состав нефтебитуминозной породы месторождения Беке (Казахстан) // Научные ведомости. – 2018. – № 24 (167), вып. 25. – С. 139–142.
2. Жартиев А.Ф. Природные битумы – уникальное энергетическое сырье // Вестник Казанского технологического университета. – 2018. – № 12. – Т. 15. – С. 293–297.
3. Надиров Н.К. Высоковязкие нефти и природные битумы (История. Бассейны. Свойства). – Алматы: Ғылым, 2019. – Т. 1. – 256 с.
4. Судыкина Е.Н., Охотникова Е.С., Ганеева Ю.М., Юсупова Т.Н. Сравнительный анализ природных битумов, добытых с помощью термических методов повышения нефтеотдачи // Вестник Казанского технологического университета. – 2017. – № 10. – С. 356–359.
5. Калгин Ю.И., Строкин А.С., Тюков Е.Б. Испытания дорожных битумов и асфальтобетонных смесей: лабораторный практикум / Мин-во науки и высш. образования РФ, Воронеж. гос. техн. ун-т. – Воронеж, 2021. – 95 с.
6. Mamahatov T.M. Развитие нефтяных песков проекта «Атабаска» // Нефтяное хозяйство. – 2020. – № 11. – С. 75–79.
7. Rosa L., Davis K.F., Rulli M.C., D’Odorico P. Environmental consequences of oil production from oil sands // Earth’s Future. – 2017. – Vol. 5, No. 2. – P. 158–170. – DOI: 10.1002/2016EF000484.
8. Albayati A.H., Abdulsattar H. Performance evaluation of asphalt concrete mixes under varying replacement percentages of natural sand // Results in Engineering. – 2020. – Vol. 7. – DOI: 10.1016/j.rineng.2020.100131.
9. Liu J., Xu Z., Masliyah J. Interaction forces in bitumen extraction from oil sands // Journal of Colloid and Interface Science. – 2020. – Vol. 287, No. 2. – P. 507–520. – DOI: 10.1016/j.jcis.2005.02.037.
10. Hao H., Zhang X., Chen L. Thermal behavior of oil sands during pyrolysis using TG-FTIR // Fuel. – 2018. – Vol. 162. – P. 96–103.
11. Zhao Y. et al. Evolution characteristics of volatile products during pyrolysis of oil sands using TG-MS // Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. – 2019. – Vol. 122. – P. 146–154.
12. Mukaka M., Wang T., Zhang S. Study on Linear Correlation Coefficient and Nonlinear Correlation Coefficient in Mathematical Statistics // Studies in Mathematical Sciences. – 2021. – Vol. 24, No. 3. – P. 58–63. – DOI: 10.3968/j.sms.1923845220110301.4Z483.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17863637>

ОРТА БІЛІМ БЕРУДЕ ОРГАНИКАЛЫҚ ХИМИЯНЫ ОҚЫТУДА МЕТАКОГНИТИВТІ ТӘСІЛДЕРДІҢ ТИІМДІЛІГІ

ЛАУАДИНОВА ӘСЕМ ИСЛАМҚЫЗЫ

Қ.Жұбанов атындағы АӨУ жаратылыстану факультетінің магистранты

Ғылыми жетекшісі – Биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған
профессор АДМАНОВА Г.Б.
Ақтөбе, Қазақстан

Аннотация: Бұл шолу мақалада органикалық химияны орта білім беру жүйесінде оқытуда метакогнитивті тәсілдердің тиімділігі айтылады. Зерттеу барысында метакогнитивтілік ұғымының теориялық негіздері, Флавелл моделі, метакогнитивті білім мен реттеудің құрылымы, сондай-ақ қазіргі педагогикадағы метатанымның рөлі қарастырылды. Органикалық химияның күрделі құрылымдық және механизмдік мазмұны оқушылардан жоғары деңгейлі ойлау дағдыларын талап етеді. Осыған байланысты метакогнитивті әдістерді қолдану оқушылардың түсіну деңгейін арттыруда, логикалық байланыстарды күшейтуде, қателерді анықтап түзетуде және оқу дербестігі мен жауапкершілігін қалыптастыруда ерекше тиімді екені анықталды. Шолу нәтижелері метакогнитивті тәсілдердің органикалық химиядағы оқу үдерісін оңтайландырып, оқушылардың танымдық қабілеттерін дамытатынын көрсетеді. Бұл тәсілдер орта білімдегі химиялық білімнің сапасын арттыру үшін маңызды педагогикалық ресурс болып табылады.

Кілт сөздер: метакогнитивтілік, органикалық химия, метакогнитивті реттеу, метакогнитивті білім, рефлексия, өзін-өзі бақылау, оқу стратегиялары, орта білім, химияны оқыту, оқу дербестігі.

Органикалық химия — тірі табиғаттағы молекулалардың құрылысын, қасиеттерін және өзгеру заңдылықтарын түсіндіретін негізгі ғылымдардың бірі. Мектеп курсына бұл пән тек химиялық білім берумен шектелмей, оқушылардың ғылыми дүниетанымын, талдау қабілетін және жүйелі ойлауын қалыптастыруға ықпал етеді. Органикалық қосылыстар тірі ағзалардың негізін құрайтындықтан, бұл пән биология, экология, медицина сияқты ғылымдармен тікелей байланысты, сондықтан орта білім деңгейінде оқушылардың ғылыми дүниетанымын қалыптастыруда ерекше рөл атқарады [1]. Мұндай пәнаралық негіз оқушыларға табиғаттағы химиялық процестерді тұтас жүйе ретінде түсінуге көмектеседі.

Органикалық химияның орта білімдегі маңызды міндеттерінің бірі – оқушыларды молекулалық деңгейде ойлауға үйрету. Көмірсутектердің құрылысын, функционалдық топтарды, молекула ішінде жүретін электрондық өзгерістерді түсіндіру арқылы оқушылар абстрактіні нақты модельдермен байланыстыра алады. Бұл олардың логикалық және кеңістіктік ойлауын дамытуға, күрделі жүйелерді кезең-кезеңмен талдауға дағдыландырады.

Сонымен қатар, органикалық химия күнделікті өмірмен тығыз байланысты пән болғандықтан, оқушылардың практикалық қызығушылығын арттырады. Косметика, дәрі-дәрмек, тағам қоспалары, тұрмыстық химия, биополимерлер, энергия көздері — барлығы органикалық химиялық процестерге негізделген. Оқушылар күнделікті қолданатын заттардың табиғатын түсіну арқылы «химия – өмірдің ғылымы» екенін ұғынады. Мұндай мазмұн оқушының пәнге деген қызығушылығын күшейтеді және ғылыми сауаттылықты қалыптастыруға ықпал етеді.

Органикалық химия сонымен қатар экологиялық сауаттылықты арттыруда үлкен рөл атқарады. Қоршаған ортаны ластайтын органикалық қосылыстардың табиғаты, олардың биологиялық әсері, қалдықтарды қайта өңдеу, жасыл химия принциптері сияқты тақырыптар

экологиялық білім берудің негізін құрайды. Бұл оқушыларда қоршаған ортаға жауапкершілікпен қарау мәдениетін қалыптастырады.

Пәннің тағы бір маңызды рөлі – алгоритмдік және аналитикалық ойлауды дамыту. Органикалық реакция механизмдерін зерттеу, изомерлерді ажырату, синтез жолдарын ұсыну сияқты тапсырмалар оқушыны ғылыми ізденіске баулиды. Бұл оларды жоғары оқу орындарында химия, биотехнология, медицина, фармацевтика сияқты мамандықтарды меңгеруге даярлайды. Органикалық химияны меңгеру оқушылардың құрылымдық-логикалық ойлауын, молекулалық модельдермен жұмыс істеу дағдыларын дамытады және ғылыми зерттеуге қызығушылық тудырады [2].

Органикалық химия – мазмұны күрделі, абстракция деңгейі жоғары, молекулалық құрылымдарды терең түсінуді талап ететін пән. Сондықтан оны меңгеруде оқушылар жиі бірқатар қиындықтарға тап болады. Бұл қиындықтар білімдік, танымдық, әдістемелік және психологиялық факторлармен байланысты.

Органикалық химиядағы негізгі қиындықтардың бірі — молекулалардың кеңістіктік құрылымын елестету, гибридтену, хиральдік және изомерия сияқты абстрактілі ұғымдарды түсіндірудің күрделілігі [3]. Органикалық қосылыстардың құрылымы, гибридтену түрлері, молекулалардың кеңістіктік конфигурациясы сияқты ұғымдар оқушыдан атомдар деңгейіндегі процестерді елестете білуін талап етеді. Көптеген оқушылар жазық формулалар мен нақты молекулалық үшөлшемді модельдер арасындағы байланысты түсінуде қиналады. Бұл реакция механизмдерін түсіндіруді қиындатады. Одан бөлек тағы өзім байқаған бірнеше қиындықтарды айтып кетсем.

Оқушылар формулаларды, құрылымдық жазылымдарды, электрондық ығысу белгілерін, реакция бағыттарын түсіндіретін стрелкалар жүйесін өте күрделі деп қабылдайды. Химиялық символика нақты өмірдегі объектілермен сәйкестендірілмегенде, білім механикалық жаттауға айналып, түсіну деңгейін төмендетеді. Изомерия ұғымдарын меңгерудің қиындығы. Құрылымдық, оптикалық және геометриялық изомерия – органикалық химияның іргелі тақырыптары. Оқушылар кеңістіктік айырмашылықтарға негізделген изомерлерді ажырата алмай, олардың физикалық және химиялық қасиеттеріндегі өзгерістерді түсіну қиынға соғады. Бұл кезде кеңістіктік көру-қабілетінің дамуы және молекулалық модельдермен жұмыс жасау маңызды рөл атқарады. Сонымен қатар оқушылар реакция механизмдерін қабылдауда қиындық көреді, себебі бұл процестер микродеңгейде жүреді және жоғары когнитивті жүктемені талап етеді [4]. Органикалық химияда электрофильдік, нуклеофильдік, радикалдық механизмдер кеңінен кездеседі. Көптеген оқушылар реакцияларды логикалық талдаудан гөрі, дайын схемаларды жаттап алуға ұмтылады. Бұл жаңа жағдайдағы реакцияны болжауды немесе тапсырманы басқа контекстте шешуді қиындатады. Органикалық химияны меңгеру үшін бейорганикалық химия негіздері, валенттілік, периодтық заң, химиялық байланыс теориясы, электрондық құрылым сияқты химиялық негіздер жақсы игерілуі керек. Бұл негіздер әлсіз болған жағдайда органикалық химияны үйрену ауырлайды. Химиялық терминдердің көптігі мен күрделілігі. «Гомолог», «функционалдық топ», «конъюгация», «хиральдік орталық», «электртерістілік», «таутомерия» сияқты терминдер оқушы үшін жаңа әрі күрделі. Оқушыда терминологиялық қорың аздығы оқушының мәтінді түсінуін тежейді. Көпсатылы есептер және зертханалық тәжірибелерде туындайтын қиындықтар. Органикалық синтез есептері, реакция бағыттарын болжау, молекула салу, стереохимиялық талдау жүргізу – оқушылар көп еңбек пен логикалық ойлауды қажет ететін тапсырмалар. Зертханалық жұмыста органикалық заттардың иісі, қауіпсіздік ережелері, құралдармен жұмыс істеу де бөлек қиындық туғызады. Бұл оқушылардың мотивациясын төмендетеді. Осы факторлар органикалық химияны «қиын пән» ретінде қабылдауға себеп болады.

Жоғарыда айтылған қиындықтарды шешуде метакогнитивті тәсілді орта мектепте жиірек пайдаланатын болсақ органикалық химияны оқушыларға қабылдау оңай болады деп ойлаймын. Енді сол метакогнитивті тәсілдер жайында айтсақ. Метакогнитивті тәсілдер қазіргі білім беру жүйесінде оқушының тек білімді меңгеру қабілетін емес, оны саналы түрде басқару,

бақылау және реттеу дағдыларын қалыптастырудың негізгі құралы ретінде қарастырылады. Метакогнитивті тәсілдер оқушылардың өз ойлауын реттеуін, оқу стратегияларын жоспарлауын, түсінуін бақылауын және қателерді талдауын қамтамасыз етеді [5]. «Ойлау туралы ойлау» деп сипатталатын метакогниция ұғымы оқушының оқу үдерісін жоспарлауын, өзінің түсіну деңгейін бағалауын, қиындықтарды талдауын және тиімді стратегияны таңдауға қабілетті болуын білдіреді. Бұл тәсілдер білімді механикалық жаттаудан түсінуге негізделген терең оқуға көшуге мүмкіндік береді.

Метакогнитивтілік — адамның өз ойлау үдерісін түсінуі, бақылауы және реттеуі. Бұл ұғымды алғаш рет американдық психолог Джон Флавелл еңбектерінде ғылыми айналымға енгізілген. Ол метакогницияны адамның өзінің ойлау әрекетін бақылауы, түсінуі және реттеуі деп түсіндірді. Дж. Флавелл метакогнитивтілікті «ойлау туралы ойлау қабілеті» деп сипаттап, оны оқушының оқу әрекетін саналы түрде басқаруының негізі ретінде қарастырды [5]. Флавелл теориясы бойынша метакогнитивтілік екі бөліктен тұрады: метакогнитивті білім — оқушының өзі туралы, тапсырма туралы және стратегиялар туралы білімі; метакогнитивті реттеу — оқу барысындағы жоспарлау, бақылау, бағалау әрекеттері. Бұл теория химиядағы күрделі ойлау процестерін түсінуге методологиялық негіз береді. Флавеллдің пікірінше, тұлға ақпаратты меңгеру кезінде тек танымдық операцияларды ғана емес, сол операцияларды басқаратын жоғары деңгейлі бақылау механизмдерін де қолданады. Химияда, әсіресе органикалық химияда реакция механизмдерін, изомерияны, стереохимияны түсіндіру кезінде осы реттеу процестері ерекше маңызды [6]. Бұл бақылау механизмдері оқу үдерісін тиімді және саналы ұйымдастыруға бағытталған.

Бүгінгі білім беру жүйесі оқушыны ақпаратты жаттаушы емес, білімді түсініп қолданатын, өз оқуын басқаруға қабілетті тұлға ретінде қалыптастыруды мақсат етеді. Бұл міндетті жүзеге асыруда метатаным — оқу сапасын арттырудың негізгі құралдарының бірі [7].

Метатаным дағдылары дамыған оқушылар химиядағы күрделі ұғымдарды логикалық құрылымдармен байланыстырып, мәселенің шешімін өздігінен таба алады. Бұл — құзыреттілікке бағытталған оқытудың басты талабы [8].

Метакогнитивті тәсілдер ХХІ ғасыр педагогикасында негізгі құзыреттермен тығыз байланысты. Қазіргі білім беру оқушыны ақпаратты жай қабылдайтын объект емес, оқу үдерісін басқаратын субъект ретінде қарастырады. Осы тұрғыдан алғанда метакогниция: өзіндік білім алуды, дербес шешім қабылдауды, критикалық ойлауды, жауапкершілікті, терең түсінуді қалыптастыруда маңызды рөл атқарады.

Метакогнитивті тәсілдер оқушының оқу үдерісін саналы басқаруын қамтамасыз етеді. Оқушы алдына нақты мақсат қоя біледі, тапсырмаларды орындау жолдарын жоспарлайды, өз қателерін бақылап, қажетті түзетулер енгізеді. Мұндай тәсіл оқудың нәтижелілігін арттырып қана қоймай, оқушының дербес білім алу қабілетін дамытады. Бұл өмір бойы оқуға дайын тұлғаны қалыптастырудың негізі.

Көптеген оқушылар ақпаратты есте сақтаудың немесе есеп шығарудың тиімді тәсілдерін білмейді, сондықтан оқу нәтижелері төмендейді. Метакогниция арқылы оқушылар түсіндіру, салыстыру, талдау, өзіне сұрақ қою, ойды визуализациялау сияқты стратегияларды қолдануды үйренеді. Бұл күрделі пәндерді, әсіресе химия, физика сияқты абстракция жоғары ғылымдарды меңгеруді жеңілдетеді.

Рефлексивті ойлауды дамытады. Рефлексия — оқушының «Мен не білдім? Қай жерде қателестім? Менің келесі қадамым қандай?» деген сұрақтарға жауап іздеуі. Рефлексия оқушының өз оқу деңгейін шынайы бағалай алуын және оқу нәтижесін жақсартуға бағытталған нақты әрекеттерді анықтауын қамтамасыз етеді. Бұл дағды жоғары сыныптарда ғана емес, жоғары оқу орындарында да табысты оқу үшін өте маңызды.

Оқушы өзінің оқу процесін бақылап, жетістігін көрген сайын оқуына сенімі артады. Өзін-өзі реттеу дағдылары бар оқушыларда оқу барысындағы күйзеліс азайып, тапсырмаларды орындаудағы жауапкершілік артады. Мұндай оқушылар қиындыққа тап болғанда тез берілмей, мәселені шешудің жаңа жолдарын іздейді.

Критикалық ойлаудың дамуына ықпал етеді. Оқушылар ақпаратты талдап, оның дұрыстығын бағалап, дәлелдер арқылы өз пікірін қорғай алады. Бұл ХХІ ғасырдың негізгі құзыреттерінің бірі. Әсіресе химия пәнінде реакция механизмдерін талдау, эксперимент нәтижесін интерпретациялау, шешім қабылдау кезінде метакогнитивті қабілеттер үлкен рөл атқарады. Химияда бұл тәсілдер күрделі механизмдерді дұрыс түсінуге, логикалық байланыстарды өз бетімен құруға және тапсырмаларды орындауда тиімді жолдарды таңдауға көмектеседі [9]. Көптеген оқушылар білім алуда кездесетін мәселелерді «қабілетсіздік» ретінде қабылдайды. Метакогниция оларға мәселені түсініп, оның себебін анықтап, қиындықты шешу жолдарын табуға мүмкіндік береді. Бұл академиялық табысқа ғана емес, психологиялық тұрақтылыққа да әсер етеді.

Органикалық химияда метакогнитивті тәсілдің тиімділігі басында айтқан қиындықтарды ұтымды шешімін табуға ықпалында. Себебі, метакогнитивті тәсілдер органикалық химиядағы күрделі ұғымдарды саналы түрде меңгеруге мүмкіндік береді. Бұл пәнде молекулалардың құрылымдық формалары, гибридтену, стереохимия, реакция механизмдері сияқты абстрактілі ақпарат көп, сондықтан қарапайым есте сақтау әдістері жеткіліксіз. Метакогнитивті стратегиялар — «Мен бұл ұғымды қалай түсіндім?», «Мына механизмді қандай логикамен жүргізіп жатырмын?» деген сұрақтар арқылы оқушылар ақпаратты тек қабылдап қана қоймай, оны терең түсінуге ынталанады. Зерттеулер көрсеткендей, метатаным деңгейі жоғары оқушылар органикалық химиядағы тапсырмаларды 20–40% жақсы орындайды, себебі олар өз түсінуін бақылап, қажет жерде оқу стратегияларын өзгерте алады [6]. Органикалық химияда білім жеке тақырыптар емес, өзара байланысты концепциялар жүйесі болып табылады. Мысалы:

- құрылым → қасиет → реакция
- нуклеофилдер мен электрофилдер → механизмдер
- изомерия → физикалық/биологиялық әсерлер.

Метакогнитивті тәсілдер осы байланыстарды анық көруге мүмкіндік береді.

Оқушы метакогнитивті сұрақтарды қолданғанда:

- «Бұл реакция неге осылай жүреді?»
- «Бұл механизмнің алдыңғысымен қандай байланысы бар?»
- «Қандай фактор реакцияны басқарады?» деген талдаулар жасап, химиялық заңдылықтарды логикалық жүйе ретінде қабылдайды.

Бұл тәсіл әсіресе органикалық синтез жолдарын жоспарлауда, механизмдерді салыстыруда және стереохимиялық мәселелерді шешуде тиімді.

Метакогнитивті әдістердің ең құнды қыры — оқушының өз қателерін ерте анықтап, сол қателердің себебін түсінуіне көмектесуі. Химияда жиі кездесетін қателер:

- функционалдық топтарды шатастыру
- электрон жылжуын дұрыс көрсетпеу
- механизм кезеңдерін өткізіп жіберу
- карбокатион тұрақтылығын қате бағалау
- стереохимиялық қателер

Метакогнитивті бақылау кезінде оқушы өзінің ойлау жолын қайта қарап шығады («ойды дауыстап айту» әдісі, рефлексия парақтары, өзін-өзі тексеру сұрақтары). Осылайша қателердің неге пайда болғанын түсінеді, бұл ұзақ мерзімді есте сақтау мен дұрыс үлгіні қалыптастыруға ықпал етеді [9] (Rickey & Stacy, 2000).

Қорыта айтқанда, метакогнитивті тәсілдер білім беруде маңызды рөл атқарады, себебі олар оқушылардың өзін-өзі басқару, жоспарлау, бақылау және рефлексия дағдыларын

дамытады. Мұндай тәсілдер оқушыларды пассивті тыңдаушы емес, өз оқуына жауапты белсенді субъект ретінде қалыптастырады. Метакогницияны дамыту химия сияқты күрделі пәндерді терең түсінуге, ғылыми ойлауды қалыптастыруға және жалпы оқу сапасын арттыруға мүмкіндік береді. Зерттеулер көрсеткендей, метакогнитивті әдістерді қолданған оқушылардың пәндік жетістігі айтарлықтай жоғарылайды [6]. Метакогнитивті тәсілдерді қолданатын

оқушыларда оқу мотивациясы жоғары болады, себебі олар оқу процесінің әр кезеңінде өз әрекетінің нәтижесін көре алады. Бұл тәсілдер оқушыларға күрделі пәндерді, соның ішінде органикалық химияны, физиканы және математиканы жеңіл меңгеруге мүмкіндік береді. Себебі, тәсілдің құрлымы барлық пәнге тұрақты бірдей:

Өзін-өзі бақылау – оқу сапасының негізгі көрсеткіші болып табылады. Химияда оқушы есеп шығарғанда немесе реакция механизмін талдағанда өзінің түсіну деңгейін үнемі бақылап отырса, қателерді ертерек анықтап, тиімді стратегияларды қолдана алады [10]. «Мен бұл процестің қай бөлігін түсінбедім?», «Мен дұрыс схема қолдандым ба?» деген сұрақтар қою арқылы өз білімін тексереді.

Жоспарлау — кез келген когнитивтік тапсырманың маңызды кезеңі. Жоспарлау барысында оқушы:

- оқу мақсатын қояды
- тапсырманы орындау стратегиясын таңдайды
- уақыт пен ресурстарды дұрыс бөледі.

Бұл үдеріс күрделі есептерді шешуді жүйелі етеді. Мысалы, органикалық синтезде қай реакциядан бастау керектігін алдын ала жоспарлау логикалық ойлауды дамытады.

Рефлексия — оқушының «Мен нені дұрыс/қате жасадым?», «Мен қандай стратегия тиімді болды?», «Қандай қателерді қайталамауым керек?», «Менің келесі мақсатым қандай?» деп ойлануы. Бұл әрекет келесі тапсырмаларда тиімді әдістерді дұрыс таңдауға мүмкіндік береді [11]. Рефлексия оқушының оқу қабілетін тұрақты дамытып отырады.

Яғны, метакогнитивті тәсілдер органикалық химияны оқытудың тиімділігін арттыруда маңызды ғылыми-педагогикалық құрал болып табылады. Бұл тәсілдер оқушылардың күрделі химиялық ұғымдарды терең түсінуіне, оқу материалдарын логикалық жүйе ретінде қабылдауына мүмкіндік береді. Органикалық химиядағы құрылым, реакция механизмі, стереохимия сияқты қиын тақырыптарда оқушылар өз ойлауын саналы бақылап, түсіну деңгейін бағалап, қажет болған жағдайда стратегияларын өзгерту арқылы оқу үдерісін белсенді түрде басқара алады. Бұл тәсіл оқушыға механикалық түрде жаттаудан аулақ болып, химиялық процестердің мәнін терең ұғуға мүмкіндік береді. Соның нәтижесінде олардың ғылыми логикасы, дәлелдеу дағдылары және талдау қабілеті қалыптасады.

Сонымен қатар метакогнитивті әдістер оқушылардың оқу дербестігі мен жауапкершілігін арттырады. Тапсырмаларды орындаудың тиімді стратегияларын табу, оқу мақсатын жоспарлау, қиындықтарды өздігінен жеңу оқушыны саналы, өз оқуына жауапкершілікпен қарайтын жеке тұлға ретінде қалыптастырады. Бұл қасиеттер қазіргі құзыреттілікке бағытталған білім беру талаптарымен толық сәйкес келеді.

Жалпы алғанда, метакогнитивті тәсілдерді органикалық химияға енгізу білім сапасын жүйелі түрде жақсартуға мүмкіндік береді, оқушылардың ғылыми ойлауын дамытып, пәнге деген қызығушылығын арттырады. Органикалық химия сияқты құрылымдық, логикалық және көпсатылы ойлауды талап ететін пәндерде метакогнитивті тәсілдер оқушылардың табысты оқуына ерекше ықпал етеді. Сондықтан орта білім беру жүйесінде бұл тәсілдерді кеңінен қолдану – химиялық білім беруді жаңғыртуда маңызды бағыт.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Brown, LeMay, Chemistry: The Central Science, Bursten. 2018.
2. Timberlake K., Chemistry for Today, 2016.
3. Johnstone A. H., Cognitive Constraints in Learning Chemistry, 1991.
4. Taber K. S., Chemical Misconceptions, 2002.
5. Flavell J. H., Metacognition and Cognitive Monitoring, 1979.
6. Cooper M. M., Development of Metacognition in Chemistry Education, 2013.
7. Zimmerman B., Becoming a Self-Regulated Learner., 2002.
8. Pintrich P., The Role of Metacognitive Knowledge in Learning, 2002.
9. Rickey D., & Stacy, A. (2000). The Role of Metacognition in Learning Chemistry. Journal of Chemical Education.
10. Paris S. G., & Winograd, P., How Metacognition Can Promote Academic Learning, 1990.
11. Veenman M. V. J., Metacognition and Learning, 2006.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17863670>

ЖОҒАРЫ МОЛЕКУЛАЛЫҚ ҚОСЫЛЫСТАРДЫ ОҚЫТУДА ТҰРАҚТЫ ДАМУ МАҚСАТТАРЫН (ТДМ) ИНТЕГРАЦИЯЛАУ ЖОЛДАРЫ

САПИ О.А., БЕКТЕНОВ Н.А.

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,
Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа: Бұл зерттеуде Жоғары молекулалық қосылыстарды (ЖМК) оқыту үдерісіне Тұрақты даму мақсаттарын (ТДМ) интеграциялау мүмкіндіктері жан-жақты талданды. Зерттеудің мақсаты - ЖМК курсының мазмұнын экологиялық және әлеуметтік маңызы бар бағыттармен байланыстыра отырып, функционалдық білімді дамытуға негізделген инновациялық әдістемелік жүйе ұсыну. Алдымен оқу материалдарына контент-талдау жүргізіліп, олардың ТДМ-мен сәйкестігі бағаланды. Нәтижесінде ЖМК тақырыптарында ТДМ 4, ТДМ 9, ТДМ 12 және ТДМ 13 мақсаттарының жеткіліксіз қамтылғаны анықталды. Осыған сәйкес интеграциялық модель әзірленіп, кейс-стади, STEM-жобалары, зертханалық эксперименттер мен проблемалық оқыту элементтері енгізілді. Топтардағы зерттеу нәтижелері ұсынылған әдістеменің студенттердің пәндік білім сапасын, экологиялық ойлауын, әлеуметтік жауапкершілігін, зерттеушілік белсенділігі мен сыни талдау қабілеттерін айтарлықтай арттырғанын көрсетті. Алынған қорытындылар кәсіби химиялық білім беруді жаңғыртуға, ЖМК курсын тұрақты даму контекстінде қайта құрылымдауға әдістемелік негіз ұсынады.

Кілт сөздер: Жоғары молекулалық қосылыстар; Тұрақты даму мақсаттары; экологиялық сауаттылық; STEM-жобалар; жасыл химия; интеграциялық оқыту.

ПУТИ ИНТЕГРАЦИИ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ (ЦУР) В ПРЕПОДАВАНИЕ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

САПИ О.А., БЕКТЕНОВ Н.А.

Казахский национальный педагогический университет им. Абая,
г. Алматы, Казахстан

Аннотация. В данном исследовании рассматриваются возможности интеграции Целей устойчивого развития (ЦУР) в процесс преподавания темы «Высокомолекулярные соединения». Основная цель работы заключается в разработке инновационной методической модели, связывающей содержание курса с экологически и социально значимыми аспектами, направленными на развитие функциональной научной грамотности обучающихся. Для выявления степени соответствия учебных материалов ЦУР был проведён контент-анализ, который показал недостаточное отражение целей ЦУР 4, ЦУР 9, ЦУР 12 и ЦУР 13 в учебном содержании. В результате была предложена интеграционная модель, включающая кейс-стади, STEM-проекты, лабораторные исследования и проблемное обучение. Эксперимент подтвердил эффективность модели в повышении учебных результатов, экологического мышления, социальной ответственности, исследовательской активности и критического анализа студентов. Полученные выводы представляют собой методическую основу для модернизации химического образования и обновления курса по ВМС в контексте устойчивого развития.

Ключевые слова: Высокомолекулярные соединения; Цели устойчивого развития; Экологическая грамотность; STEM-проекты; Зелёная химия; Интегрированное обучение.

WAYS OF INTEGRATING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDGS) INTO THE TEACHING OF HIGH MOLECULAR COMPOUNDS

ОФ “Международный научно-исследовательский центр “Endless Light in Science”

O.A. SAPI, N.A. BEKTENOV
Abai Kazakh National Pedagogical University,
Almaty, Kazakhstan

Abstract. *This study explores the pedagogical potential of integrating the Sustainable Development Goals (SDGs) into the teaching of High Molecular Compounds (HMCs). The main purpose of the research is to design an innovative instructional approach that links the content of HMCs with environmentally and socially significant issues to develop students' functional scientific literacy. A content analysis of educational materials was conducted to determine their compliance with SDGs. The findings revealed an insufficient representation of SDG 4, SDG 9, SDG 12, and SDG 13 in current HMC content. Consequently, an integrated instructional model was developed, incorporating case studies, STEM projects, laboratory experiments, and problem-based learning tasks. Experimental results showed that the proposed model significantly improved students' academic performance, environmental awareness, social responsibility, research engagement, and critical thinking skills. The outcomes provide methodological recommendations for modernizing chemical education and restructuring the HMC course within the framework of sustainable development*

Keywords: *High Molecular Compounds; Sustainable Development Goals; Environmental Literacy; STEM Projects; Green Chemistry; Integrated Instruction.*

Кіріспе. Қазіргі таңда жоғары білім беру жүйесінде химия пәндерін оқыту тек теориялық біліммен шектелмеуі тиіс, оның мазмұны жаһандық экологиялық мәселелермен, ғылыми-техникалық прогрестің бағытымен және қоғамның тұрақты дамуына қойылатын талаптармен тығыз байланысты болуы қажет. Тұрақты даму мақсаттары (ТДМ) - әлемдік қауымдастық қабылдаған стратегиялық бағдарлар жүйесі ретінде білім беру мазмұнына жаңа міндеттер жүктейді[1]. Әсіресе, полимерлер, биополимерлер, жасанды және табиғи жоғары молекулалық қосылыстарды қамтитын Жоғары молекулалық қосылыстар (ЖМҚ) курсы қоршаған орта, өндіріс және адам денсаулығы арасындағы өзара байланысты түсіндіруде ерекше орын алады[2].

ЖМҚ-ның қасиеттері, қолданылуы және тұрмыстық қалдықтардағы үлесі олардың экологиялық әсерін жан-жақты талдауды талап етеді[3]. Пластиктердің қоршаған ортада ұзақ ыдырамауы, микропластиктердің биосферадағы жиналуы, полимер өндірісінің энергия сыйымдылығы сияқты факторлар ТДМ 9 (Индустрия, инновациялар және инфрақұрылым), ТДМ 12 (Жауапты тұтыну және өндіру) және ТДМ 13 (Климаттың өзгеруіне қарсы әрекет) мақсаттарымен тікелей байланысты[4]. Сондықтан ЖМҚ курсын оқыту барысында студенттердің экологиялық жауапкершілігін қалыптастыру, тұрақты өндіріс технологиялары туралы түсінігін кеңейту және функционалдық ғылыми сауаттылығын дамыту аса өзекті міндетке айналады[5].

Алайда қазіргі қолданыстағы оқу бағдарламалары мен әдістемелік материалдарда ТДМ ұстанымдарының ЖМҚ тақырыбына жүйелі түрде енгізілуі жеткіліксіз. Көп жағдайда полимерлердің экологиялық аспектілері үстірт қарастырылады, ал тұрақты даму тұрғысынан талдау элементтері оқыту процесінің шеткері бөлігінде қалып қояды. Бұл жағдай студенттердің ғылыми-химиялық ақпаратты әлеуметтік-экологиялық контексте қолдану құзыреттілігінің дамуын тежейді.

Осыған байланысты зерттеудің мақсаты - Жоғары молекулалық қосылыстарды оқыту үдерісіне Тұрақты даму мақсаттарын тиімді интеграциялаудың ғылыми-әдістемелік негіздерін анықтау. Зерттеу аясында ТДМ-на сәйкес келетін білім мазмұны айқындалып, интеграциялық модельдер мен оқу тапсырмалары ұсынылады. Сонымен қатар, мұндай интеграцияның студенттердің экологиялық сауаттылығы мен танымдық белсенділігіне ықпалы талданады.

Бұл зерттеу нәтижелері химияны оқыту әдістемесін жетілдіруге, оқу бағдарламаларын жаңғыртуға және тұрақты даму контекстінде кәсіби құзыретті мамандар даярлауға бағытталған маңызды педагогикалық база қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Материалдар мен әдістер. Бұл зерттеу жоғары молекулалық қосылыстарды (ЖМҚ) оқытуда Тұрақты даму мақсаттарын (ТДМ) интеграциялаудың педагогикалық мүмкіндіктерін қарастыруға бағытталды. Зерттеу қарапайым әдістерге сүйене отырып ұйымдастырылды және студенттердің білім деңгейі, экологиялық ойлау қабілеті мен сабаққа белсенділігін бағалауға негізделді.

Зерттеу үш кезеңде жүргізілді. Бірінші кезеңде ЖМҚ курсының оқу материалдары мен бағдарламалары қаралып, олардың қазіргі экологиялық және ТДМ құрамдары анықталды. Екінші кезеңде ТДМ-ге бағытталған оқу тапсырмалары, сабақ үлгілері және зертханалық жұмыстар әзірленді. Үшінші кезеңде әзірленген материалдар эксперименттік топта қолданылып, олардың тиімділігі бақыланды.

Зерттеу Қазақстандағы педагогикалық жоғары оқу орнының химия мамандығы студенттерімен жүргізілді. Жалпы зерттеуге 62 студент қатысты. Олар екі топтан тұрады және екі топтың даму үдерісінің жылдамдығы салыстырылды. Сонымен қатар, екі химия оқытушысы сабақ процесін бақылап, студенттердің белсенділігін бағалады.

Зерттеуде қолданылған негізгі құралдар қарапайым әдістер арқылы сипатталды. Олар төменде көрсетілген:

Кесте 1 - Деректер жинау құралдары

№	Деректер жинау құралы	Мақсаты	Құрылымы	Қолданылу форматы
1	Сауалнама	Студенттердің ТДМ туралы хабардарлығын және экологиялық ойлауын бағалау	20 сұрақ (жабық және ашық)	Қағаз нұсқа немесе электрондық форма
2	Пәндік тест	ЖМҚ бойынша теориялық және қолданбалы білімді тексеру	30 тапсырма (есеп, талдау, сұрақ)	Қағаз немесе онлайн тест
3	Контент-талдау	Оқу материалдары мен бағдарламалардың ТДМ-ге сәйкестігін бағалау	5 критерий: мазмұн, мақсаттылық, құзыреттілік, экологиялық компонент, нақтылық	Авторлық талдау парағы
4	Интервью	Оқытушылар мен студенттердің ТДМ интеграциясының тиімділігін анықтау	10 сұрақ	Диктофон жазбасы, мәтіндік транскрипт
5	Бақылау картасы	Сабақ барысында студент белсенділігін тіркеу	8 индикатор (сұраққа жауап беру, талқылауға қатысу, пікір айту, эксперимент)	Тікелей бақылау

Топтарда сабақтар ТДМ 4, ТДМ 9, ТДМ 12 және ТДМ 13 мақсаттарына негізделген әдістемелік жүйемен жүргізілді. Сабақтарда келесі қарапайым педагогикалық тәсілдер қолданылды: Проблемалық оқыту - студенттерге пластик қалдықтары, полимерлердің экологиялық әсері туралы проблемалық тапсырмалар берілді; Кейс-стади - нақты өндіріс

мысалдары және биополимерлерді зерттеу ұсынылды; Зертханалық жұмыс - полимерлердің қасиеттерін, ыдырау жылдамдығын және экологиялық әсерін қарастыру; Жобалық тапсырмалар - биобыдырайтын материалдарды модельдеу және қалдықтарды азайту стратегияларын әзірлеу; Қарапайым интерактивтік құралдар - викториналар, топтық талқылаулар, сурет және схема арқылы материалды көрсету.

Сандық және сапалық деректер қарапайым статистикалық және талдау әдістерімен өңделді: Сандық деректер - студенттердің тест нәтижелері салыстырылды, орташа балл мен пайыздық көрсеткіш есептелді. Сапалық деректер - интервью мәтіндері оқылып, негізгі идеялар бөлініп алынды. Бақылау картасы - студенттердің сабаққа қатысу белсенділігі жазылды және салыстырмалы түрде талданды.

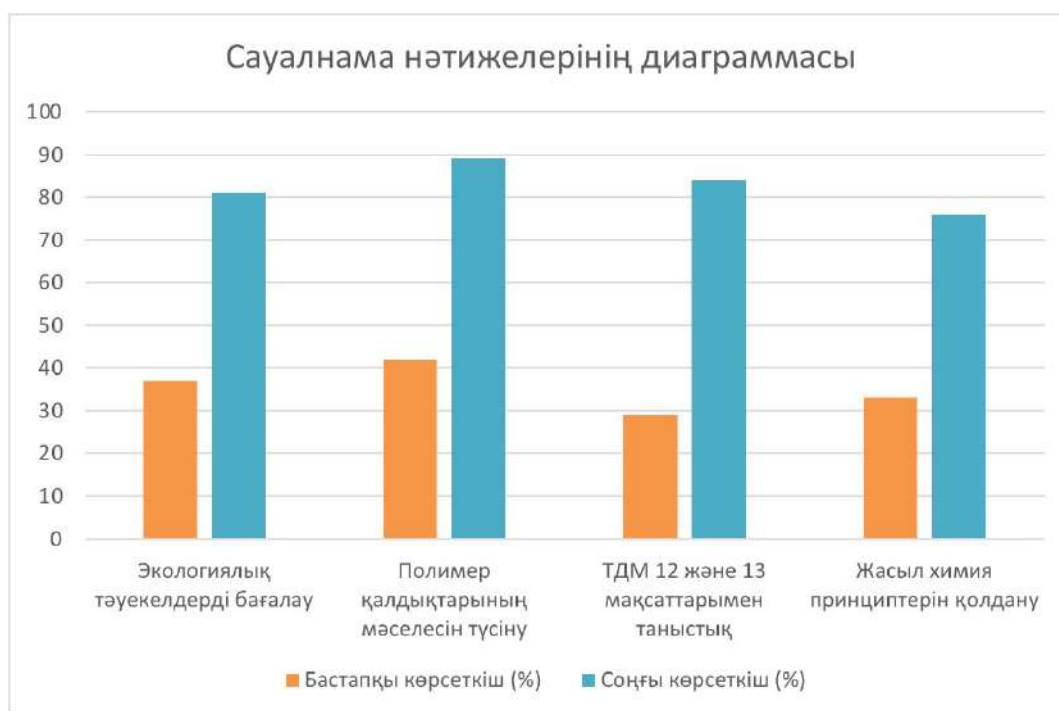
Зерттеу барысында барлық студенттерден ерікті қатысуға келісім алынды. Жеке деректер құпия сақталды және тек ғылыми мақсатта пайдаланылды. Сабақ барысында ешқандай зиян келтірілмеді.

Нәтижелер мен талқылау. Зерттеу нәтижелері оқу мазмұнының ерекшеліктерін, студенттердің пәндік дайындық деңгейінің өзгерісін, олардың экологиялық жауапкершілік қырларының қалыптасуын және оқу іс-әрекетіндегі белсенділік пен мотивацияның динамикасын көрсетуге мүмкіндік берді.

Кесте 2 - Оқу материалдарының ТДМ-пен сәйкестік деңгейі

Критерий	Орташа балл (5 балдық шкала)	Сипаттамасы
Экологиялық мазмұн	2.4	Полимер қалдықтарына қатысты тек жалпы мәліметтер ұсынылған
Қолданбалы бағыт	2.1	ТДМ-мен байланысты нақты жағдаяттар мен мысалдар жеткіліксіз
Құзыреттілікке бағдар	2.7	Экологиялық құзыреттерді дамытатын тапсырмалар аз қамтылған
Инновациялық мазмұн	1.9	Биополимерлер мен жасыл технологиялар жөніндегі материалдар толық емес
Ғылыми өзектілік	3.5	Теориялық бөлімдер өзекті болғанымен, жаһандық трендтер әлсіз берілген

Оқу бағдарламалары мен оқу-әдістемелік материалдарды талдау ТДМ мазмұнының жеткіліксіз деңгейде қамтылғанын көрсетті. ЖМҚ тақырыптары көбіне теориялық тұрғыдан құрылып, олардың полимер қалдықтары мәселесімен және экологиялық тәуекелдермен байланысы үстірт сипатта ғана берілгені анықталды. Көптеген оқу материалдарында қолданбалы мазмұн мен жаһандық трендтерге негізделген мысалдар енгізілмеген, ал жасыл технологиялар мен биополимерлерге қатысты ақпарат мардымсыз болды. Осылайша, қазіргі оқу ресурстары ЖМҚ тақырыптарын Тұрақты даму талаптарымен байланыстыруда жеткілікті деңгейде жүйелі тәсіл қалыптастырмайтыны байқалды.



Сурет 1- Білім алушылардың білім көрсеткіші

Пәндік білімді меңгеру көрсеткіштерін талдау ТДМ-ге негізделген тапсырмаларды қолдану студенттердің оқу жетістіктерін айтарлықтай жақсартатынын көрсетті. Эксперименттік топтағы білім сапасының жоғарылауы ТДМ контекстінде ұсынылған тапсырмалардың теориялық материалды түсіндіруге ғана емес, сонымен қатар оны нақты жағдайларда қолдану дағдыларын дамытуға ықпал ететінін дәлелдеді. Бұл оқыту тәсілінің жаратылыстану білімін жүйелі түсінуге мүмкіндік беретіні анықталды.

Студенттердің экологиялық және әлеуметтік жауапкершілік деңгейінің қалыптасуы бойынша алынған сауалнама деректері ТДМ интеграциясы олардың экологиялық мәселелерді бағалау қабілетін, полимер қалдықтарының ғаламдық салдарын түсінуін және жасыл химия принциптерін тәжірибелік оқу әрекетінде қолдану дағдыларын күшейткенін көрсетті. Оқу барысында студенттердің экологиялық мәдениеті мен функционалдық химиялық сауаттылығының айтарлықтай артқаны байқалды.

Сабақ барысындағы бақылау нәтижелері ТДМ-на негізделген әдістемелік шешімдер студенттердің оқу белсенділігін күшейтетінін дәлелдеді. Студенттердің пікір білдіру жиілігі, ойларын дәлелді жеткізу қабілеті және талқылауларға белсенді қатысуы арта түсті. Сонымен қатар, оқу үдерісінде топтық жұмыстар мен зерттеу жобаларына қатысуға деген қызығушылық жоғарылағаны анықталды. Интервью материалдары студенттердің ТДМ-пен байланысты тапсырмаларды мазмұндық жағынан маңызды, өмірлік жағдайлармен үйлесімді және заманауи талабына сай деп қабылдайтынын көрсетті.

ЖМҚ курсына ТДМ мазмұнын интеграциялау нәтижесінде білімнің интердисциплинарлық сипаты күшейді. Химия пәнінің мазмұны экология, материалтану, биотехнология және тұрақты экономикалық даму мәселелерімен өзара байланыстырылды. Осы үйлесім студенттердің ғылыми көзқарасының кеңеюіне және күрделі экологиялық мәселелерді шешу үшін қажетті ғылыми-талдамалық дағдылардың дамуына жағдай жасады. Студенттер жаһандық экологиялық проблемаларды талдау барысында деректермен жұмыс істей алды, әртүрлі көзқарастарды салыстырды, тәуекелдерді бағалады және ғылыми негізделген шешімдер құрастыруға мүмкіндік алды.

Зертханалық жұмыстар кезінде биоыдырайтын полимерлер мен жасыл химия принциптеріне бағытталған тәжірибелер студенттердің химиялық процестердің экологиялық

салдарын бағалау дағдыларын жетілдірді. Осындай тәжірибелік әрекеттер студенттердің ғылыми қызығушылығын арттырып, пәнді тереңірек меңгеруге ынталандырды.

Алынған нәтижелер халықаралық зерттеулерде көрсетілген тұжырымдармен үндеседі. Әлемдік әдебиеттер ТДМ интеграциясының білімнің өмірлік маңызын арттыратынын және ғылыми ойлаудың инновациялық формаларын дамытуда маңызды рөл атқаратынын айқындайды. Осы зерттеу деректері ЖМК оқытуда ТДМ-ді қолдану студенттердің экологиялық сауаттылығын қалыптастыруға, теориялық білімді практикалық жағдаяттармен байланыстыруға және болашақ кәсіби қызметке қажетті құзыреттерді жүйелі дамытуға мүмкіндік беретінін дәлелдеді.

Қорытынды. Бұл зерттеуде Жоғары молекулалық қосылыстар (ЖМК) курсы оқыту үдерісіне Тұрақты даму мақсаттарын (ТДМ) интеграциялаудың ғылыми-әдістемелік мүмкіндіктері жан-жақты қарастырылып, оның білім алушылардың пәндік, экологиялық және әлеуметтік жауапкершілік құзыреттерін дамытудағы тиімділігі дәлелденді. Зерттеу нәтижелері SDGs-ке бағдарланған оқытудың тек химиялық білімді меңгеруді жақсартып қана қоймай, сонымен қатар студенттердің ХХІ ғасыр дағдыларын, дүниетанымдық көзқарасын және экологиялық мәдениетін қалыптастыруға ықпал ететінін көрсетті.

Жоғары молекулалық қосылыстарға қатысты оқу материалдарына жүргізілген контент-талдау олардың ТДМ 4, ТДМ 9, ТДМ 12 және ТДМ 13 мақсаттарымен жеткілікті деңгейде үйлесім таппайтынын анықтады. Бұл өз кезегінде оқу процесіне жаңа педагогикалық тәсілдерді енгізу қажеттілігін айқындайды. Интеграциялық әдістемелік модельді әзірлеу және оны оқу үдерісінде апробациялау нәтижесінде студенттердің пәндік жетістіктері айтарлықтай артты: эксперименттік топтың тест нәтижелері бақылау тобымен салыстырғанда статистикалық тұрғыдан жоғары болды ($p < 0.05$).

Сонымен бірге, зерттеу ТДМ контексіндегі тапсырмалар, кейс-стади, STEM-жобалары және зертханалық эксперименттер студенттердің экологиялық ойлауын, проблемаларды шешу дағдыларын, сыни талдау қабілеттерін күшейтетінін көрсетті. Оқу мотивациясы, қызығушылық деңгейі және зерттеу әрекетіне қатысу көрсеткіштері де едәуір өсті. Интервью нәтижелері интеграцияланған материалдардың «өмірмен байланысы бар», «мағыналы», «заманауи» деп қабылданғанын айғақтады.

Зерттеу нәтижелері ЖМК курсы оқытуды жаңғыртуға, оқу бағдарламаларын экологиялық бағытта қайта құруға және химия пәні аясында тұрақты дамуға бағдарланған ғылыми-білім беру экожүйесін қалыптастыруға теориялық және практикалық негіз береді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Franco I. et al. Higher education for sustainable development: Actioning the global goals in policy, curriculum and practice //Sustainability Science. – 2019. – Т. 14. – №. 6. – С. 1621-1642. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0628-4>
2. Satchanska G., Davidova S., Petrov P. D. Natural and synthetic polymers for biomedical and environmental applications //Polymers. – 2024. – Т. 16. – №. 8. – С. 1159. <https://doi.org/10.3390/polym16081159>
3. Götze R. et al. Physico-chemical characterisation of material fractions in household waste: Overview of data in literature //Waste Management. – 2016. – Т. 49. – С. 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.01.008>
4. Shukla V., Siddiqui K. A. Photocatalytic plastic degradation: Challenges and sustainable pathways //Plastic Degradation and Conversion by Photocatalysis (Volume 1): A Sustainable Approach. – American Chemical Society, 2024. – С. 223-245. <https://doi.org/10.1021/bk-2024-1489.ch010>
5. Adamu A. et al. REVIEW OF DATA-DRIVEN AND MODEL-BASED PIPELINE MONITORING AND LEAKAGE DETECTION TECHNIQUES. – 2025. <http://irepo.futminna.edu.ng:8080/jspui/handle/123456789/29907>

СОДЕРЖАНИЕ CONTENT

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ CHEMICAL SCIENCES

Б.С. ӨЗГЕЛДИНА, Г.К.МУКУШЕВА [ҚАРАҒАНДЫ, ҚАЗАҚСТАН], Е.А. ДИКУСАР, Е.А. АКИШИНА, В.И. ПОТКИН [МИНСК, БЕЛАРУСЬ РЕСПУБЛИКАСЫ] (S)-2-(ПИРИДИН-3-ИЛ)-N-[5-(P-ТОЛИЛ) ИЗОКСАЗОЛ-3-ИЛ] ПИПЕРИДИН-1-КАРБОКСАМИДИНІҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ОНЫҢ IN VITRO ЖАҒДАЙЫНДА ІСІККЕ ҚАРСЫ БЕЛСЕНДІЛІГІ.....	3
ҚАЛДЫБАЕВА ҰЛДАНА СЕРІКҚЫЗЫ, УРКИМБАЕВА П.И. [АЛМАТЫ, ҚАЗАҚСТАН] КҮРІШ ҚАБЫҒЫ НЕГІЗІНДЕ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫ ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ.....	8
САПАРБАЕВА ЖАДЫРА МЕДЕТҚЫЗЫ [ЖЕТІСАЙ, ҚАЗАҚСТАН] ХИМИЯНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТҮРЛЕРІ.....	18
АБДИБАЕВА НАРГИЗА ГАБИТҚЫЗЫ, МУКАТАЕВА ЖАЗИРА САГАТБЕКОВНА [АЛМАТЫ, ҚАЗАҚСТАН] МҰНАЙБИТУМДЫ ЖЫНЫСТАРДЫ ТЕРМИЯЛЫҚ ӨҢДЕУ АРҚЫЛЫ БИТУМ АЛУ....	22
ЛАУАДИНОВА ӘСЕМ ИСЛАМҚЫЗЫ, АДМАНОВА Г.Б. [АҚТӨБЕ, ҚАЗАҚСТАН] ОРТА БІЛІМ БЕРУДЕ ОРГАНИКАЛЫҚ ХИМИЯНЫ ОҚЫТУДА МЕТАКОГНЕТИВТІ ТӘСІЛДЕРДІҢ ТИІМДІЛІГІ...	29
САПИ О.А., БЕКТЕНОВ Н.А. [АЛМАТЫ, ҚАЗАҚСТАН] ЖОҒАРЫ МОЛЕКУЛАЛЫҚ ҚОСЫЛЫСТАРДЫ ОҚЫТУДА ТҰРАҚТЫ ДАМУ МАҚСАТТАРЫН (ТДМ) ИНТЕГРАЦИЯЛАУ ЖОЛДАРЫ.....	35

ENDLESS LIGHT IN SCIENCE



Контакт



irc-els@mail.ru

Наш сайт



irc-els.com