



ӘОЖ 378.147:54

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18731642>

Биспидин синтезін талдау мысалында органикалық синтездердің студенттердің зерттеушілік дағдыларын қалыптастырудағы педагогикалық әлеуетін теориялық негіздеу

А.Р. Вагиз ^{1*}, А.Е. Малмакова ¹

¹ Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

*e-mail: alsuvagiz2003@gmail.com

Қабылданған күні: 12.02.2026 | Қабылданды: 21.02.2026 | Жарияланды: 24.02.2026

Аңдатпа

Алғышарттар мен мақсат. Жоғары білім беру жүйесінде студенттердің зерттеушілік дағдыларын қалыптастыру кәсіби даярлық сапасының маңызды көрсеткіші болып табылады. Педагогикалық әдебиеттерде зерттеуге негізделген оқыту көбіне жалпы әдістемелік деңгейде қарастырылып, нақты органикалық синтездердің құрылымдық ерекшеліктері мен олардың педагогикалық әлеуеті жүйелі түрде талданбайды. Осыған байланысты зерттеудің мақсаты – органикалық синтездердің студенттердің зерттеушілік дағдыларын қалыптастырудағы педагогикалық әлеуетін теориялық тұрғыдан жүйелеу және оны биспидин синтезін талдау мысалында көрсету.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу жүйеленген әдеби шолу және теориялық талдау негізінде жүргізілді. 2015-2025 жылдар аралығында Scopus, Web of Science және Google Scholar дерекқорларында жарияланған еңбектер іріктелді. Талдау мазмұндық және құрылымдық-салыстырмалы әдістер арқылы жүзеге асырылды.

Нәтижелер. Зерттеу нәтижесінде зерттеушілік дағдылардың когнитивтік, операциялық және рефлексиялық компоненттерін қамтитын құрылымдық модель әзірленді және олар нақты оқу әрекеттері мен бағалау дескрипторлары арқылы операцияланды. Ұсынылған критерийлер негізінде биспидин синтезі талданып, оның көпсатылы және механизмдік күрделі құрылымы зерттеушілік әрекеттің толық циклін іске асыруға мүмкіндік беретіні көрсетілді.

Қорытынды. Органикалық синтездерді педагогикалық тұрғыдан саралаудың теориялық моделі ұсынылды. Биспидин синтезі зерттеушілік дағдыларды модельдеуге қолайлы пәндік мысал ретінде негізделді. Ұсынылған тәсіл зертханалық сабақтарды проблемалық-ізденістік форматта ұйымдастыруға әдіснамалық негіз бола алады және эмпирикалық тексеруді талап етеді.

Кілт сөздер: биспидин синтезі, органикалық синтез, зерттеушілік дағды, зертханалық оқыту, педагогикалық әлеует, зерттеуге негізделген оқыту.

Abstract

Background and purpose. In the system of higher education, the formation of students' research skills is an important indicator of the quality of professional training. In pedagogical literature, research-based learning is often considered at a general methodological level, while the structural



features of specific organic syntheses and their pedagogical potential are not systematically analyzed. In this regard, the purpose of this study is to theoretically systematize the pedagogical potential of organic syntheses in the development of students' research skills and to demonstrate it using the example of bispidine synthesis.

Materials and methods. The study was conducted based on a systematic literature review and theoretical analysis. Publications indexed in Scopus, Web of Science, and Google Scholar databases from 2015 to 2025 were selected. The analysis was carried out using content analysis and structural-comparative methods.

Results. As a result of the study, a structural model of research skills was developed, including cognitive, operational, and reflective components, which were operationalized through specific learning activities and assessment descriptors. Based on the proposed criteria, bispidine synthesis was analyzed, and it was shown that its multistep and mechanistically complex structure enables the implementation of a full cycle of research activity.

Conclusion. A theoretical model for the pedagogical analysis of organic syntheses is proposed. Bispidine synthesis is substantiated as an appropriate subject-based example for modeling research skills. The proposed approach can serve as a methodological basis for organizing laboratory classes in a problem-based and inquiry-oriented format and requires further empirical validation.

Keywords: *bispidine synthesis, organic synthesis, research skills, laboratory instruction, pedagogical potential, research-based learning*

Кіріспе. Жоғары білім беру кеңістігінде зерттеуге негізделген оқыту тұжырымдамасы студентті дайын білімді қабылдаушыдан дербес ғылыми ізденуші деңгейіне көшіруді көздейді. Дж. Дьюидің тәжірибелік таным теориясы (Dewey, 1938), Дж. Брунердің ашып оқыту қағидаттары (Bruner, 1960) және Д. Колбтың тәжірибелік оқыту циклі (Kolb, 1984) білім алушының белсенді әрекет арқылы білімді құрастыратынын негіздейді. Бұл теориялық бағыттар жоғары оқу орындарындағы зертханалық сабақтардың мазмұнын қайта қарастыруды талап етеді, себебі дәл осы ортада гипотеза құру, экспериментті жоспарлау және нәтижені интерпретациялау дағдылары қалыптасады. Химияны оқыту әдістемесінде зертханалық практикум орталық орын алады. Соңғы зерттеулер лабораториялық оқытуды интеграцияланған теориялық-практикалық форматта ұйымдастырудың тиімділігін көрсетеді (Сүнетуллаева және т.б., 2024). Заманауи зертханалық практикумды білім беру клас-тері жағдайында қайта құрылымдау қажеттігі атап өтіледі (Гвоздева&Чаплыгина, 2019). Көптеген жоғары оқу орындарында

лабораториялық жұмыстар алгоритмдік нұсқаулық негізінде орындалып, эксперимент репродуктивті форматта жүзеге асатыны байқалады (Кузьменок & Михалёнок, 2014). Мұндай ұйымдастыру студенттің мәселені тұжырымдау, айнымалыларды таңдау және нәтижені рефлексиялау қабілеттерін толық дамытуға мүмкіндік бермейді.

Педагогикалық әдебиеттерде белсенді және зерттеуге негізделген оқыту формаларының тиімділігі кеңінен дәлелденгенімен (Pilcher et al., 2015; Montag, 2024), бұл зерттеулер көбіне пәндік мазмұннан тәуелсіз сипатта беріледі. Органикалық химия саласында нақты синтездердің құрылымдық күрделілігі мен олардың зерттеушілік әлеуеті арасындағы байланыс жүйелі түрде талданбаған. Органикалық синтездердің көпсатылылығы, реакция шарттарына сезімталдығы және аралық өнімдерді диагностикалау мүмкіндігі студенттен себеп-салдарлық талдау мен эксперименттік стратегия таңдауды талап етеді. Олардың педагогикалық әлеуетін саралау критерийлері жеткілікті дәрежеде қалыптаспаған (Айқын және т.б., 2025; Венкова, 2024). Осы ғылыми олқылық органикалық

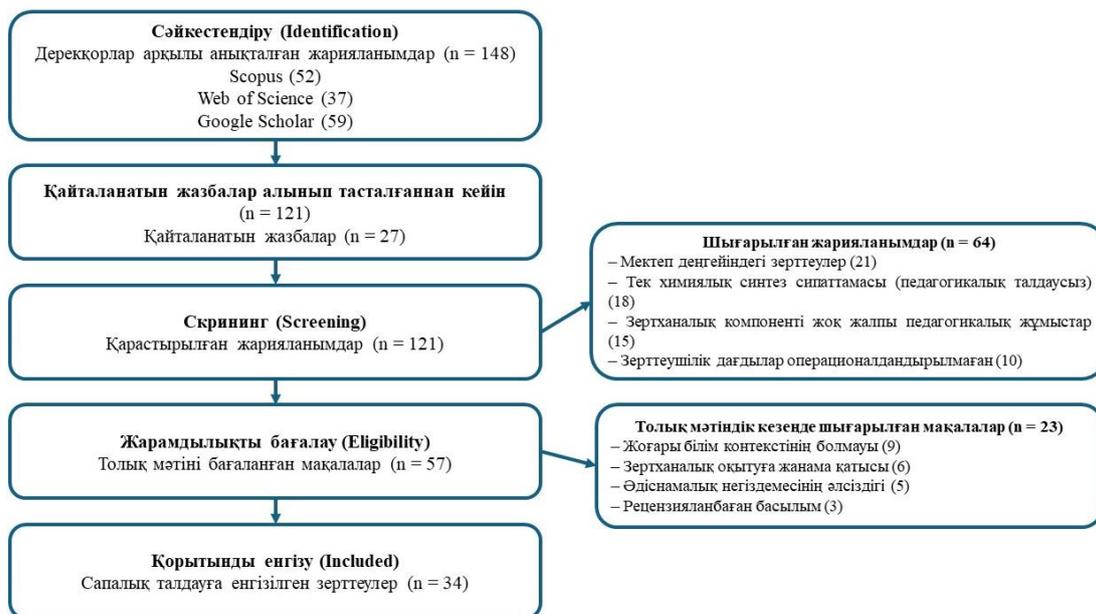


синтездерді зерттеушілік дағдыларды қалыптастыру құралы ретінде теориялық тұрғыдан жүйелеу қажеттігін туындатады. Зерттеу шеңберінде зерттеушілік дағдылар когнитивтік, операциялық және рефлексиялық компоненттерге жіктеледі және олар синтездің құрылымдық параметрлерімен байланыстырылады.

Осыған байланысты зерттеу сұрағы төмендегідей тұжырымдалады: органикалық синтездердің құрылымдық және механизмдік ерекшеліктері студенттердің зерттеушілік дағдыларының когнитивтік, операциялық және рефлексиялық компоненттерін қалыптастыруға қандай педагогикалық мүмкіндіктер береді? Зерттеудің мақсаты – органикалық синтездердің студенттердің зерттеушілік дағдыларын қалыптастырудағы педагогикалық әлеуетін теориялық тұрғыдан негіздеу және оны биспидин синтезін талдау мысалында көрсету. Зерттеу мазмұндық және салыстырмалы талдауға негізделген теориялық жұмыс болып табылады және эмпирикалық нәтижелерді ұсынуды мақсат етпейді.

Материалдар мен әдістер. Бұл зерттеу 2015-2025 жылдар аралығында жарияланған

еңбектерге негізделген жүйеленген әдеби шолу ретінде ұйымдастырылды. Іріктеу үдерісі PRISMA 2020 ұсынымдарына сәйкес кезең-кезеңімен жүзеге асырылды. Іздеу стратегиясы, қосу және шығару критерийлері алдын ала анықталып, протоколдық сипатта жоспарланды. Әдебиеттерді іздеу Scopus, Web of Science және Google Scholar дерекқорларында жүргізілді. Google Scholar кең қамтуды қамтамасыз ету мақсатында қосымша дереккөз ретінде пайдаланылды. Іздеу атау, аннотация және кілт сөздер өрістері бойынша жүзеге асырылды. Іздеу формуласы келесі логикалық комбинацияға негізделді: («organic synthesis education» OR «inquiry-based laboratory» OR «laboratory pedagogy») AND («research skills development» OR «research competence») AND («higher education»). Қазақ және орыс тіліндегі баламалар қосымша пайдаланылды. Қазақстанның жетекші университеттерінің ғылыми журналдары бойынша қолмен іздеу жүргізілді. Іріктеу үдерісі PRISMA 2020 стандартына сәйкес 1-суретте көрсетілген.



1-сурет. Әдебиеттерді іріктеу үдерісінің PRISMA 2020 стандарты бойынша диаграммасы



Бастапқы іздеу нәтижесінде 148 жарияланым анықталды (Scopus – 52, Web of Science – 37, Google Scholar – 59). Қайталанатын 27 жазба алынып тасталғаннан кейін 121 жұмыс скрининг кезеңіне жіберілді. Аннотацияларды талдау нәтижесінде 64 жарияланым шығарылды: мектеп деңгейіндегі зерттеулер (21), таза химиялық синтез сипаттамалары (18), зертханалық компоненті жоқ жұмыстар (15), зерттеушілік дағдылар операцияландырылмаған еңбектер (10).

Толық мәтіндік талдау кезеңіне 57 жарияланым енгізілді. Оның 23-і жоғары білім контекстінің болмауына (9), зертханалық оқытуға жанама қатысына (6), теориялық немесе эмпирикалық негіздемесінің жеткіліксіздігіне (5),

рецензияланбаған мәртебесіне (3) байланысты шығарылды. Қорытынды талдауға 34 ғылыми жарияланым енгізілді.

Іріктеу келесі операцияландырылған критерийлер бойынша жүргізілді:

1. Зерттеу нысаны жоғары білім (бакалавриат немесе магистратура) деңгейіне қатысты болуы

2. Зертханалық оқыту немесе органикалық синтез зерттеушілік дағдыны ұйымдастыру құралы ретінде қарастырылуы

3. Зерттеушілік дағдылардың кемінде бір компонентінің (когнитивтік, операциялық немесе рефлексиялық) нақты оқу әрекеттерімен байланыста сипатталуы

4. Рецензияланған ғылыми журналда жариялануы

1-кесте. Зерттеулерді мазмұндық талдауға арналған кодтау матрицасы

№	Код блогы	Индикаторлар	Бағалау өлшемі
1	Зерттеу контексті	Бакалавриат / магистратура / аралас	Номиналдық жіктеу
2	Зертханалық формат	Алгоритмдік / жартылай-ізденістік / толық зерттеушілік	3 деңгейлі
3	Когнитивтік компонент	Механизмдік талдау, гипотеза құру, балама жолдарды болжау	0-2 балл
4	Операциялық компонент	Параметр таңдау, экспериментті жоспарлау, стратегия құру	0-2 балл
5	Рефлексиялық компонент	Нәтижені талдау, қате себептерін анықтау, түзету ұсыну	0-2 балл
6	Синтез құрылымы	Бірсатылы / көпсатылы	Дихотомиялық
7	Бағалау құралдары	Рубрика / тест / есеп / аралас	Категориялық

Іріктелген 34 жарияланымның әдіснамалық сапасы қысқартылған ММАТ (Mixed Methods Appraisal Tool) критерийлері негізінде бағаланып, зерттеу дизайнының айқындылығы, үлгінің сипатталуы, деректер жинау әдістерінің негізделуі және нәтижелер мен қорытындылардың сәйкестігі өлшемдері бойынша талданды; бағалау нәтижесінде 18 зерттеу жоғары сапа деңгейіне, 12 зерттеу орташа деңгейге, ал 4 зерттеу әдіснамалық шектеулері бар топқа жатқызылды.

Мазмұндық талдаудың субъективтілігін төмендету және деректерді құрылымдалған түрде жүйелеу мақсатында алдын ала кодтау матрицасы әзірленді (1-кесте). Матрица зерттеулердің мазмұнын бірізді критерийлер бойынша салыстыруға мүмкіндік берді және зерттеушілік дағдылар компоненттерінің операцияландыру деңгейін сандық көрсеткіштер арқылы бағалауды қамтамасыз етті. Әрбір компонент 0-2 балдық шкала бойынша бағаланды (0 – сипатталмаған; 1 –



ішінара сипатталған; 2 – толық және нақты оқу әрекеттерімен байланыста операциялданған).

Нәтижелер және талқылау.

Әдебиеттерді мазмұндық талдау зерттеушілік дағдыларды сипаттауда тәжірибелік оқыту (Dewey, 1938; Kolb, 1984), ашып оқыту (Bruner, 1960) және проблемалық оқыту модельдерінің басым қолданылатынын көрсетті. Бұл теориялар көбіне оқу әрекетін жалпы цикл ретінде сипаттап, пәндік мазмұнның құрылымдық ерекшеліктерімен нақты байланыстырылмайды. Талдау нәтижесінде зертханалық жұмыстарда когнитивтік компонент жиі сипатталатыны, ал операциялық және рефлексиялық деңгейлердің толық операциялдануы сирек кездесетіні анықталды. Бұл зертханалық

әрекеттің толық зерттеушілік цикл ретінде ұйымдастырылмайтынын көрсетеді.

Осы теориялық және эмпирикалық үрдістерді жүйелей отырып, зертханалық әрекеттің ішкі логикасына сәйкес келетін құрылымдық-компоненттік модель ұсынылады. Модель зерттеушілік дағдыны когнитивтік (механизмдік талдау және болжау), операциялық (экспериментті жоспарлау және параметр таңдау) және рефлексиялық (нәтижені талдау және түзету стратегиясын ұсыну) деңгейлер арқылы сипаттайды. Бұл жіктеу зертханалық жұмыстың теориялық талдау, эксперименттік әрекет және нәтижені бағалау кезеңдерін біртұтас жүйе ретінде қарастыруға мүмкіндік береді. Ұсынылған модельдің классикалық теориялармен салыстырмасы 2-кестеде берілген

2-кесте. Ұсынылған модельдің классикалық теориялармен салыстырмасы

<i>Теория</i>	<i>Құрылымдық негіз</i>	<i>Фокус</i>	<i>Пәндік операциялдануы</i>	<i>Органикалық синтезбен байланыс</i>
<i>Дж. Дьюи</i>	Тәжірибе рефлексия	– Оқытудың философиялық негізі	Жалпы сипатта	Нақты механизмдік деңгейде қарастырылмайды
<i>Д. Колб</i>	4 кезеңді цикл	Тәжірибелік оқыту	Жалпы оқу әрекеті	Химиялық кезеңдерге нақты сәйкестендірілмеген
<i>Дж. Брунер</i> <i>Б. Блум</i>	Ашып оқыту Когнитивтік таксономия	Танымдық белсенділік Ойлау деңгейлері	Жалпы ізденіс Психологиялық деңгей	Пәндік құрылыммен тікелей байланыс жоқ Эксперименттік әрекетпен нақты интеграция жоқ
<i>Ұсынылған модель</i>	Когнитивтік операциялық рефлексиялық құрылым	– Зертханалық әрекеттің толық циклі	Органикалық синтез кезеңдерімен нақты сәйкестендірілген	Механизмдік талдау, параметр таңдау және нәтижені интерпретациялау деңгейінде операциялданған

Модельдің ерекшелігі – оның органикалық синтездің нақты құрылымдық және механизмдік сатыларымен тікелей сәйкестендірілуінде. Егер классикалық теориялар оқу әрекетін жалпылама

когнитивтік цикл ретінде сипаттаса, бұл модель органикалық синтездің кезеңдерін (механизмдік болжау, параметрлік жоспарлау, аралық өнімдерді талдау) зерттеушілік дағдылар компоненттерімен



операционалданған түрде байланыстырады. Модель пәндік мазмұн мен педагогикалық құрылымды интеграциялайтын аналитикалық негіз ретінде ұсынылады.

Когнитивтік компонент химиялық құбылыстарды теориялық талдау, реакция механизмін негіздеу және ғылыми болжам жасау қабілетін қамтиды. Органикалық синтез барысында бұл компонент реакция теңдеуін жазумен шектелмей, механизмдік сатыларды электрондық деңгейде түсіндіруді, аралық қосылыстардың ықтимал құрылымын болжауды, жанама реакцияларды анықтауды және реакция шарттарының өзгеруінің салдарын пайымдауды талап етеді. Зертханалық тапсырмаларда когнитивтік деңгей реакция механизмін стрелкалық схема түрінде көрсету, ықтимал жанама процестерді болжау және өнім шығымына әсер ететін факторларды талдау арқылы көрініс табады. Бағалау үш деңгейлі рубрика негізінде жүзеге асырылады:

1-деңгей – механизмді формальды сипаттау және реакция теңдеуін репродуктивті түрде жазу;

2-деңгей – негізгі механизмдік сатыларды дұрыс түсіндіру және шарттардың әсерін ішінара негіздеу;

3-деңгей – балама реакциялық жолдарды ұсыну, электрондық эффектілерді талдау және параметрлердің ықпалын дәлелді негіздеу.

Когнитивтік компонент қорытынды бағалауда 35% салмаққа ие.

Операциялық компонент экспериментті ғылыми негізде жоспарлау және жүзеге асыру қабілетін білдіреді. Бұл деңгейде студент реакция шарттарын (температура, еріткіш, реагенттердің мөлшерлік қатынасы, рН, катализатор) таңдаудың негіздемесін ұсынады, тәжірибе кезеңдерін логикалық тұрғыдан құрастырады, қауіпсіздік техникасын сақтайды және зертханалық жабдықты дұрыс қолданады. Бағалау критерийлері жоспардың құрылымдылығы,

параметр таңдаудың дәлелділігі, қауіпсіздік талаптарының сақталуы және әрекеттердің бірізділігі арқылы айқындалады. Рубрика үш деңгейден тұрады:

1-деңгей – нұсқаулықты механикалық орындау;

2-деңгей – параметрлерді ішінара ғылыми негіздеу;

3-деңгей – баламалы шешімдерді қарастыратын толық негізделген эксперименттік стратегия құру.

Операциялық компонент қорытынды бағалауда 40% салмаққа ие, себебі зертханалық әрекеттің практикалық жүзеге асуы зерттеушілік циклдің орталық буыны болып табылады.

Рефлексиялық компонент алынған нәтижелерді теориялық болжаммен салыстыру, ауытқуларды талдау және қате себептерін ғылыми тұрғыдан түсіндіру қабілетін қамтиды. Бұл деңгейде студент өнім шығымын есептеп, теориялық мәнмен салыстырады, жанама өнімдердің түзілу себептерін анықтайды және параметрлерді өзгерту жөнінде негізделген ұсыныс жасайды. Бағалау үш деңгейлі рубрика арқылы жүргізіледі:

1-деңгей – нәтижені сипаттау;

2-деңгей – қателерді анықтау;

3-деңгей – қателердің себеп-салдарын теориялық тұрғыдан негіздеу және түзету стратегиясын ұсыну.

Рефлексиялық компонент қорытынды бағалауда 25% салмақпен есептеледі.

Ұсынылған рубрикалардың мазмұндық валидтілігі олардың органикалық синтездің нақты кезеңдерімен және зерттеушілік дағдының құрылымдық моделінің компоненттерімен тікелей сәйкестігі арқылы қамтамасыз етіледі. Бағалау дескрипторлары операциялданған түрде тұжырымдалғандықтан, бағалаушылар арасындағы келісімді арттыруға бағытталған. Болашақ эмпирикалық кезеңде рубрикалардың сенімділігі екі тәуелсіз сарапшының бағалау нәтижелерін салыстыру



арқылы тексеріледі; интер-рейтинг сенімділігі Каппа коэффициенті немесе корреляциялық талдау әдістерімен анықталады.

Компоненттер иерархиялық емес, циклдік байланыста әрекет етеді: когнитивтік талдау операциялық шешім қабылдауға негіз болады, ал рефлексиялық талдау алдыңғы екі компоненттің сапасын түзетіп, келесі әрекет цикліне ықпал етеді. Модель зертханалық органикалық синтезді зерттеушілік дағдының толық циклін іске асыратын педагогикалық орта ретінде сипаттайды және келесі бөлімде биспидин синтезін құрылымдық талдауға теориялық негіз қызметін атқарады. Зертханалық оқыту формаларын талдау органикалық синтездің педагогикалық әлеуеті оның химиялық күрделілігімен ғана емес, оқу үдерісінде ұйымдастырылу тәсілімен де айқындалатынын көрсетті. Зертханалық оқытуға арналған еңбектерде репродуктивті-алгоритмдік модель мен проблемалық-ізденістік модель арасындағы айырмашылық жүйелі түрде сипатталады. Бірінші жағдайда зертхана дайын

нұсқаулықты орындауға бағытталады, ал студент орындаушы ролінде қалады. Екінші жағдайда студент эксперименттік шешім қабылдайтын белсенді субъект ретінде қарастырылады.

Дәстүрлі алгоритмдік форматта реакция теңдеуі, реагент мөлшері, температура режимі және тәжірибе реттілігі алдын ала регламенттеледі. Мұндай жағдайда когнитивтік белсенділік көбіне реакция теңдеуін түсіндірумен шектеліп, операциялық және рефлексиялық әрекеттер толық іске аспайды. Ал зерттеушілік синтез форматы проблемалық тапсырмаға негізделеді: реакция мақсаты беріледі, бірақ параметрлерді таңдау, механизмді негіздеу және ықтимал жанама процестерді болжау студенттің өзіне жүктеледі. Эксперимент нәтижесінің күтілген көрсеткіштен ауытқуы қате ретінде емес, талдауға арналған дерек ретінде қарастырылады. Бұл формат зерттеушілік дағдының когнитивтік, операциялық және рефлексиялық компоненттерін бір мезгілде іске қосады.

3-кесте. Дәстүрлі және зерттеушілік форматтағы органикалық синтезді ұйымдастырудың салыстырмалы сипаттамасы

Критерий	Дәстүрлі формат	Зерттеушілік формат
Оқу мақсаты	Өнім алу	Мәселені талдау және шешім негіздеу
Реакция шарттары	Қатаң регламенттелген	Ішінара немесе толық таңдау
Механизмдік талдау	Қысқаша түсіндіру	Толық негіздеу, балама жолдар
Қателерге көзқарас	Сәтсіздік	Талдауға арналған дерек
Бағалау өлшемі	Өнім шығымы	Негіздеме, талдау, рефлексия

3-кестеде көрсетілген салыстыру зертханалық жұмыстың ұйымдастырылу тәсілі когнитивтік, операциялық және рефлексиялық компоненттердің іске асу деңгейіне тікелей ықпал ететінін көрсетеді.

Әдебиеттерді жүйелеу және зертханалық әрекеттің құрылымдық талдауы негізінде органикалық синтездердің

педагогикалық әлеуетін бағалауға арналған бес критерий тұжырымдалды. Бұл критерийлер ұсынылған зерттеушілік дағды моделінің когнитивтік, операциялық және рефлексиялық компоненттерімен тікелей байланысты.

1. Көпсатылылық деңгейі. Көпсатылы синтездер (мысалы, конденсация–циклдену–



тұрақтану кезеңдерінен тұратын реакциялар) әрбір кезеңнің функционалдық рөлін түсіндіруді талап етеді. Бұл когнитивтік талдауды тереңдетіп, аралық өнімдерді бағалау арқылы рефлексиялық компоненттің іске асуына жағдай жасайды.

2. Айнымалы параметрлер саны. Температура, еріткіш, катализатор және реагенттердің стехиометриялық қатынасы өзгеруі мүмкін синтездер операциялық компоненттің дамуын қамтамасыз етеді, себебі студент параметр таңдауды ғылыми тұрғыдан негіздеуі тиіс.

3. Аралық нәтижелердің маңыздылығы. Аралық қосылыстарды бақылау немесе талдау қажеттілігі студентті әр кезеңде нәтижені бағалауға мәжбүр етеді. Бұл рефлексиялық әрекеттің жүйелі іске асуын күшейтеді.

4. Шешім қабылдау қажеттілігі. Балама реакциялық жолдардың болуы (мысалы, жанама реакцияларды болдырмау стратегиясын таңдау) студенттің дербес эксперименттік шешім қабылдау қабілетін дамытады және когнитивтік пен операциялық компоненттердің интеграциясын талап етеді.

5. Механизмдік күрделілік. Нуклеофильдік орынбасу, конденсация немесе циклдену тәрізді көпсатылы

механизмдер реакция аралықтарының құрылымын болжауды және электрондық эффектілерді талдауды қажет етеді. Мұндай синтездер когнитивтік компоненттің жоғары деңгейде іске асуына қолайлы жағдай туғызады.

4-кестеде көрсетілгендей, биспидин синтезі сатылар санының көптігімен, айнымалы реакциялық параметрлердің кең ауқымымен және механизмдік талдаудың күрделілігімен ерекшеленеді. Бұл ерекшеліктер когнитивтік (механизмдік болжау), операциялық (реакция шарттарын негіздеу) және рефлексиялық (аралық өнімдерді талдау) компоненттердің бір мезгілде іске асуын талап етеді. Қарапайым бірсатылы реакциялармен салыстырғанда (2-кесте) биспидин синтезі зерттеушілік дағдының толық циклін жүзеге асыруға құрылымдық тұрғыдан қолайлы. Ұсынылған критерийлер органикалық синтездердің педагогикалық әлеуетін жүйелі бағалауға мүмкіндік береді және зерттеушілік дағдылардың құрылымдық моделімен тікелей байланыста қарастырылады. Осы аналитикалық негізде биспидин синтезі пәндік және педагогикалық тұрғыдан кешенді талданады.

4-кесте. Органикалық синтездердің құрылымдық-критериалдық салыстырмасы

Реакция түрі	Сатылар саны	Параметр вариативтілігі	Механизмдік күрделілік	Зерттеушілік әлеует деңгейі
Этерификация	1	Төмен	Төмен	Төмен
Нуклеофильдік орынбасу (SN2)	1	Орташа	Орташа	Орташа
Манних реакциясы	2-3	Жоғары	Жоғары	Жоғары
Ганч пиридин синтезі	3-4	Жоғары	Жоғары	Жоғары
Биспидин синтезі	4 және одан көп	Өте жоғары	Өте жоғары	Өте жоғары

Биспидиндер диазабицикло[3.3.1]нонан негізделген бициклдік аминдер болып табылады. Құрылымда екі азот атомы 3 және

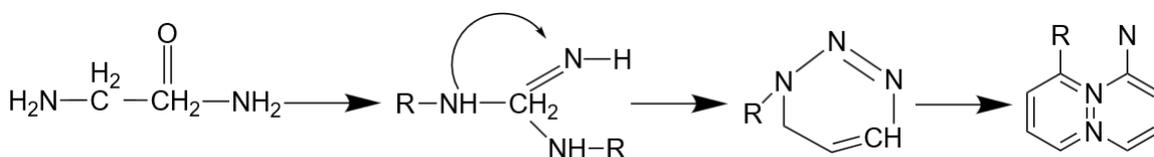
3,7-7 позицияларында орналасып, көпірлі көміртек жүйесі арқылы байланысқан. Бициклдік қаңқаның кеңістіктік қатаңдығы конформациялық тұрақтылықты арттырады



және реакция механизмін талдауда электрондық және стереохимиялық факторларды ескеруді талап етеді.

Классикалық синтез схемасында бастапқы диамин карбонилді қосылыспен (көбінесе формальдегидпен) әрекеттесіп, иминдік (Schiff base) аралық түзеді. Бұл кезең амин азотының нуклеофильдік шабуылы нәтижесінде карбонил көміртегіне қосылу және су молекуласының бөлінуі арқылы

жүреді. Түзілген имин аралығының жалпы фрагменті $-R-NH-CH_2-N=CH-R'$ типінде сипатталады. Кейін ішкі нуклеофильдік шабуыл жүзеге асып, молекула ішінде циклдону жүреді және 3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан қаңқасы қалыптасады. Соңғы кезеңде протон алмасу және құрылымдық тұрақтану процестері реакция өнімінің термодинамикалық тұрақтылығын қамтамасыз етеді.



2-сурет. Биспидин синтезінің кезеңдік механизмдік схемасы (3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан қаңқасының түзілуі)

2-сурет биспидин синтезінің кезеңдік механизмін және оның зерттеушілік дағдылар компоненттерімен байланысын иллюстрациялайды. Бірінші кезеңде бастапқы диаминнің нуклеофильдік азот атомы формальдегидтің электрофильді карбонил көміртегіне шабуыл жасап, карбиноламин аралығы арқылы иминдік құрылым түзіледі. Бұл процесс электрондық қайта таралу мен су молекуласының бөлінуін қамтиды. Аталған саты студенттің реакция механизмін талдау, электрондық эффектілерді түсіндіру және ықтимал жанама процестерді болжау қабілетін дамытады (когнитивтік компонент).

Екінші кезеңде түзілген имин аралығында молекулаішілік нуклеофильдік шабуыл жүзеге асып, циклдону жүреді және 3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан қаңқасы қалыптасады. Бұл саты реакция ортасының қышқылдық-негіздік жағдайына,

температураға және реагенттердің стехиометриялық қатынасына тәуелді. Сондықтан студент эксперименттік параметрлерді ғылыми негізде таңдауға және олардың ықпалын бағалауға мәжбүр болады (операциялық компонент).

Үшінші кезеңде протон алмасу және құрылымдық тұрақтану процестері нәтижесінде термодинамикалық тұрғыдан тұрақты өнім қалыптасады. Бұл кезеңде алынған өнімнің құрылымы теориялық болжаммен салыстырылып, ауытқулар мен жанама өнімдердің түзілу себептері талданады (рефлексиялық компонент).

Синтездің әрбір химиялық кезеңі зерттеушілік әрекеттің нақты компонентін іске қосатын педагогикалық функция атқарады. Биспидин синтезі кезеңдерінің зерттеушілік дағдылар компоненттерімен сәйкестігі 5-кестеде берілген.



5-кесте. Зерттеушілік компоненттердің биспидин синтезі кезеңдерімен сәйкестігі

Компонент	Биспидин синтезіндегі нақты әрекет	Оқу тапсырмасы үлгісі
Когнитивтік	Имин аралығының түзілу механизмін болжау	Механизмді стрелкалармен көрсету
Операциялық	Температура мен реагент қатынасын таңдау	Параметрлерді негіздеу
Рефлексиялық	Өнім шығымын теориялық мәнмен салыстыру	Қате себептерін талдау

Циклдену кезеңінде стереохимиялық факторлар маңызды рөл атқарады. Кеңістіктік шектеулер нәтижесінде эндо- және экзо-конфигурациялардың түзілу ықтималдығы қарастырылады. Транзиенттік күйдің тұрақтылығы мен орынбасарлардың кеңістіктік әсері өнімнің селективтілігіне ықпал етеді. Бұл аспект студенттерге стереохимия мен конформациялық талдаудың реакция нәтижесіне әсерін пайымдауға мүмкіндік береді және когнитивтік компоненттің жоғары деңгейін іске асырады.

Формальдегидтің артық мөлшерінде немесе реакция шарттары дәл сақталмаған жағдайда жанама көпконденсациялық өнімдер түзілуі мүмкін. Оларға сызықтық дииминдер, полиметиленді амин туындылары және толық циклденбеген аралық конденсациялық құрылымдар жатады. Бұл жанама процестер иминнің бірнеше рет конденсациялануы немесе артық протондалуы нәтижесінде жүреді. Жанама реакцияларды болдырмау стратегиялары ретінде реагенттердің стехиометриялық қатынасын дәл сақтау, температураны

бақылау, буферлік ортаны қолдану және реакция уақытын оңтайландыру ұсынылады. Мұндай талдау операциялық компоненттің ғылыми негізделген жоспарлау деңгейін күшейтеді.

Синтездің әрбір кезеңін физика-химиялық әдістер арқылы бақылауға болады, бұл зерттеушілік дағдының рефлексиялық компонентін нақты деректермен байланыстыруға мүмкіндік береді. Имин аралығы үшін ИК-спектрде $C=N$ созылу тербелісі шамамен $1640-1690\text{ см}^{-1}$ аймағында байқалады, ал 1H ЯМР спектрінде азотқа жақын орналасқан протондар 7–8 ppm аралығында сигнал береді. Циклденген өнімде $C=N$ сигналының әлсіреуі немесе жоғалуы және көпірлі метилен топтарының 2–4 ppm аймағындағы сигналдары анықталады. ^{13}C ЯМР спектроскопиясы бициклдік көміртектердің химиялық ығысуын айқындауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жұқа қабатты хроматография (ТҚХ) арқылы аралық өнімдердің жоғалуын және жаңа өнімнің түзілуін бақылауға болады.

6-кесте. Биспидин синтезінің құрылымдық-саралау критерийлері бойынша педагогикалық әлеуетін бағалау

Критерий	Биспидин синтезіндегі көрінісі	Педагогикалық әсері
Көпсатылылық	Қосылу \rightarrow имин \rightarrow циклдену \rightarrow тұрақтану	Кезеңдік талдау, когнитивтік тереңдеу
Айнымалы параметрлер	Температура, рН, стехиометрия, еріткіш	Негізделген параметр таңдау
Аралық нәтижелер	Имин, жартылай циклденген аралықтар	Кезеңдік рефлексия



Шешім қабылдау	Жанама реакцияны болдырмау стратегиясы	Компоненттер интеграциясы
Механизмдік күрделілік	Электрондық әсер, протон алмасу	Механизмдік ойлау

Биспидин синтезі құрылымдық күрделілігі, механизмдік көпсатылылығы, стереохимиялық ерекшеліктері және спектрлік бақылау мүмкіндігі арқылы зерттеушілік дағдының когнитивтік, операциялық және рефлексиялық компоненттерін интеграцияланған түрде іске асыруға мүмкіндік беретін пәндік модель ретінде негізделді. Ұсынылған құрылымдық-саралау критерийлері бойынша оның педагогикалық әлеуеті 6-кестеде жүйеленіп көрсетілген.

Ұсынылған компоненттік модель биспидин синтезіне пәндік деңгейде қолданылды. Когнитивтік кезеңде студент реакция механизмін стрелкалық схема арқылы негіздеп, электрондық әсерлерді талдайды және реакция параметрлерінің аралық өнімдерге ықпалын болжайды. Операциялық кезеңде реагенттердің стехиометриялық қатынасын есептеп, температура мен орта шарттарын ғылыми негіздейді және жанама реакциялардың алдын алу стратегиясын құрастырады. Рефлексиялық кезеңде алынған өнімнің шығымы теориялық мәнмен салыстырылып, ауытқу себептері талданады және келесі тәжірибеге түзету ұсыныстары жасалады. Биспидин синтезі зерттеушілік дағдының когнитивтік, операциялық және рефлексиялық компоненттерін біртұтас циклде іске асыратын пәндік модель ретінде қарастырылады.

Құрылымдық-компоненттік модельді химия бағытындағы бакалавриаттың 2-3 курсына оқытылатын «Органикалық химия» пәнінің зертханалық практикумына енгізу ұсынылады. Сонымен қатар ол «Органикалық синтез негіздері», «Органикалық синтез технологиясы» және «Химияны оқыту әдістемесі» пәндерінде қолданылуы мүмкін.

Модель зерттеушілік әрекетті пәндік мазмұнмен байланыстыра ұйымдастыруға бағытталған. Биспидин синтезін зерттеушілік форматта өткізу үшін 3 академиялық сағат (150 минут) ұсынылады. Сабақ төрт кезеңнен тұрады:

1. мәселені қою және болжам жасау (30 минут);
2. экспериментті жоспарлау және жүргізу (60 минут);
3. нәтижелерді талдау (30 минут);
4. рефлексия (30 минут).

Бұл форматта механизмді негіздеу, параметрлерді дәлелді таңдау және нәтижені теориялық тұрғыдан интерпретациялау міндетті элементтер ретінде қарастырылады. Зерттеушілік құрылым дәстүрлі алгоритмдік форматқа қарағанда талдау және рефлексия кезеңдерін кеңейтеді.

Материалдық-техникалық қамтамасыз ету тұрғысынан биспидин синтезін жүргізу үшін диамин, формальдегид ерітіндісі, еріткіш (этанол немесе метанол), қажет болған жағдайда қышқыл катализатор және буферлік орта талап етіледі. Негізгі жабдықтар қатарына қайнатқыш колба, кері тоңазытқыш, магнитті араластырғыш, өлшеу құралдары және жұқа қабатты хроматография (ТҚХ) пластинкалары жатады. ИК-спектроскопия немесе ЯМР әдістеріне қолжетімділік болған жағдайда аралық және соңғы өнімдерді идентификациялау мүмкіндігі кеңейеді, алайда бұл әдістер міндетті талап емес. Осыған байланысты синтезді стандартты университет зертханасы жағдайында жүзеге асыруға болады.

Қауіпсіздік талаптары зертханалық жұмыстың міндетті құрамдас бөлігі болып табылады. Формальдегид улы және ықтимал канцерогенді зат болғандықтан, жұмыс тартпа шкаф ішінде жүргізілуі тиіс.



Студенттер қорғаныш қолғап, көзілдірік және зертханалық халат қолдануы қажет. Реакциялық қоспалармен тікелей жанасудан сақтану, буларды жұтпау және химиялық қалдықтарды арнайы контейнерге жинау міндетті. Қауіпсіздік техникасын сақтау операциялық компонентті бағалау критерийлеріне енгізіліп, қорытынды нәтижеге әсер етеді.

Бағалау жүйесі зерттеушілік дағдының үш компоненті бойынша жүзеге асырылады: когнитивтік – 35%, операциялық – 40%, рефлексиялық – 25%. Мұндай салмақтық құрылым экспериментті жоспарлау мен жүргізудің маңызын айқындай отырып, теориялық талдау мен нәтижені интерпретациялауды тең дәрежеде ескеруге мүмкіндік береді. Ұсынылған модель курс мазмұны, уақыт көлемі, материалдық база және қауіпсіздік талаптары ескерілген жағдайда оқу үдерісіне кезең-кезеңімен енгізілуі мүмкін.

Қорытынды. Зерттеу барысында органикалық синтездердің студенттердің зерттеушілік дағдыларын қалыптастырудағы педагогикалық әлеуеті теориялық тұрғыдан талданып, биспидин синтезі мысалында құрылымдық-критериалдық негізде жүйеленді. Биспидин синтезінің көпсатылылығы, параметрлік вариативтілігі, механизмдік күрделілігі және аралық өнімдерді бақылау мүмкіндігі зерттеушілік әрекеттің когнитивтік, операциялық және рефлексиялық компоненттерін біртұтас циклде іске асыруға қолайлы пәндік орта қалыптастыратыны көрсетілді. Ұсынылған

бағалау рубрикалары зертханалық жұмысты репродуктивті алгоритмдік форматтан проблемалық-ізденістік форматқа көшіруге бағытталған.

Зерттеудің бірқатар шектеулері бар. Біріншіден, талдау тек бір органикалық синтез үлгісі – биспидин синтезі негізінде жүргізілді, сондықтан нәтижелерді барлық көпсатылы синтездерге тікелей жалпылау шектеулі. Екіншіден, зерттеу теориялық сипатта болып, эмпирикалық деректермен тексерілген жоқ. Үшіншіден, ұсынылған рубрикалардың интер-рейтинг сенімділігі мен конструкциялық валидтілігі тәжірибелік түрде анықталмады. Төртіншіден, модель Қазақстанның жоғары білім беру контекстіне бейімделіп әзірленді және халықаралық апробациядан өтпеген.

Болашақ зерттеулер эмпирикалық тексеруді қамтуы тиіс. Бірінші кезеңде биспидин синтезі негізінде әзірленген зертханалық практикумның тиімділігін эксперименттік ($n = 30$) және бақылау ($n = 30$) топтарда педагогикалық эксперимент арқылы бағалау ұсынылады. Екінші кезеңде бағалау рубрикаларының интер-рейтинг сенімділігін екі тәуелсіз сарапшы бағалауын салыстыру және Каппа коэффициенті немесе корреляциялық талдау арқылы анықтау жоспарланады. Үшінші кезеңде әдістемені Қазақстанның 5–6 жетекші университетінде пилоттық енгізіп, нәтижелерін салыстырмалы талдау қажет. Бұл бағыттар ұсынылған модельдің практикалық тиімділігін және ғылыми негізділігін нақтылауға мүмкіндік береді.



Әдебиеттер тізімі

1. Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Macmillan.
2. Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Harvard University Press.
3. Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
4. Сүнетуллаева, Ш. У., Сарбаева, Г. Т., Жылысбаева, Г. Н., & Сарбаева, М. Т. (2024). Химия пәнін оқытуда интеграцияланған теориялық-практикалық оқыту тәсілін қолдану. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы. Педагогика сериясы, 147(2), 468–480. URL: <https://doi.org/10.32523/2616-6895-2024-147-2-468-480>
5. Гвоздева, А. В., & Чаплыгина, А. В. (2019). Организация современного лабораторного практикума по химии в условиях образовательного кластера. Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета, (2), 50. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-sovremennogo-laboratornogo-praktikuma-po-himii-in-usloviyah-obrazovatel'nogo-klastera>
6. Кузьменок, Н. М., & Михалёнок, С. Г. (2014). Метод интерактивного обучения в организации лабораторного практикума по курсу «Органическая химия». Высшее техническое образование, (8). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-interaktivnogo-obucheniya-v-organizatsii-laboratornogo-praktikuma-po-kursu-organicheskaya-himiya>
7. Pilcher, L. A., Riley, D. L., Mathabathe, K. C., & Potgieter, M. (2015). An inquiry-based practical curriculum for organic chemistry as preparation for industry and postgraduate research. *South African Journal of Chemistry*, 68, 236–244. URL: <https://doi.org/10.17159/0379-4350/2015/v68a32>
8. Montag, S. D. (2024). Transformation of the organic chemistry laboratory: A movement towards an inquiry-based laboratory experience (Doctoral dissertation). ERIC. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED647958.pdf>
9. Айқын Д., Абибуллаева З. К., Лукманова А. М. Химияны оқытуда тәжірибелік-бағдарлы тапсырмаларды пайдалану // Вестник науки. – 2025. – № 4 (85). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/himiyany-o-ytuda-t-zhiribelik-ba-darly-tapsyrmalardy-paydalanu>
10. Венкова С. И. Формирование исследовательских умений и навыков в курсе химии в основной и старшей школе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2024. – № 4-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-issledovatel'skih-umeniy-i-navykov-v-kurse-himii-v-osnovnoy-i-starshey-shkole>
11. Пернебекова, А. Е., & Жанбеков, Х. Н. (2025). Химияны оқыту үдерісінде оқушылардың экологиялық құзыреттілігін қалыптастыру және дамыту: Теориялық-әдістемелік негіздері. Вестник науки, (4). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/himiyany-o-ytu-derisinde-o-ushylardy-ekologiyaly-zyrettiligin-alyptastyru-zh-ne-damytu-teoriyaly-distemelik-negizderi>
12. Мадыбекова, Г. М., Забынбекова, Т. Б., & Керимбаева, К. З. (2025). Болашақ химия педагогтерінің зерттеу дағдыларын жетілдіруде жобалық оқыту технологиясының маңызы. *Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, 418(6), 293–306. URL: <https://doi.org/10.32014/2025.2518-1467.1071>
13. Ниязбаева, А. И., & Барахат, А. П. (2024). «6B05301 – Химия» білім беру бағдарламасы студенттерінің зерттеу құзыреттілігін қалыптастыру. Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің Хабаршысы, 93(1). URL: [https://doi.org/10.37238/2960-1371.2960-138X.2024.93\(1\).6](https://doi.org/10.37238/2960-1371.2960-138X.2024.93(1).6)



SANA LOGOS

SANA LOGOS – Республикалық ғылыми журнал., Том 1, №1-2026

14. Шығытбас, С. А., Шергазиева, Н. Т., Шарасба, Б. Б., & Битурсын, С. С. (2025). Химияны оқыту барысында оқушылардың құзыреттілігін қалыптастыру нәтижелерін бағалау әдістерін анықтау. PEDS, 78(3). URL: <https://doi.org/10.48371/PEDS.2025.78.3.034>