

Ж.К. Бахов*

т.ғ.д., профессор, С. Сейфуллин атындағы ҚазАТЗУ, Астана, Қазақстан

*Корреспондент авторы: zh.bakhov@mail.ru

АҚДАЛ ЖӘНЕ АРЫС ТЕРМАЛДЫ СУЛАРЫН КЕШЕНДІ ХИМИЯЛЫҚ ТАЛДАУ

Түйін

Мақалада ұсынылған материалдар Ақдала және Арыс елдімекендерден шыққан термалды минералды сулардың кешенді химиялық талдау нәтижелері. Зерттеу нәтижесінде алынған термалды минералды судағы негізгі химиялық элементтердің массалық үлесін анықтау үшін элементтік және иондық талдау қолданылды. Аталған термалды минералды суларда басым элементтер қатарын оттегі, көміртек және кальций бар екені анықталды. Иондық қатарлар бойынша карбонатты қосылыстар мен еріген минералды тұздардың айтарлықтай мөлшерін көрсетеді. Сонымен қатар, бұл термалды сулардың адам физиологиясына әсерін және емдік қасиеттерін анықтайтын макро- және микроэлементтер (Na, Mg, Si, S, Cl, K және Fe) анықталды. Ақдала және Арыстермалды су көздерінің химиялық құрамына салыстырмалы талдау жүргізілді. Арыс елдімекенінен алынған термалды суда натрий, магний және күкірттің жоғары мөлшері сипатталса, ал Ақдала елдімекеннен алынған суда кремний мен кальцийдің жоғары мөлшері бар екені көрсетілді. Ғылыми зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, аталған термалды суларды қолдану мүмкіндіктері ретінде бальнеология, медицина және спамеудеді көрсетуге болады.

Кілттік сөздер: Ақдала, термалды су, химиялық құрамы, элементтік талдау, иондық құрам, минералды сулар.

Кіріспе

Термиялық минералды сулар медицинада, бальнеологияда және спамеуде кеңінен қолданылатын маңызды табиғи ресурс болып табылады. Олардың емдік қасиеттері макро- және микроэлементтерді, сондай-ақ еріген газдар мен минералды тұздарды қамтитын күрделі химиялық құрамына байланысты [1].

Қазақстанда термалды бұлақтар көп, бірақ олардың химиялық құрамы нашар зерттелген. Су температурасының жоғарылығымен және минералды құрамының молдығымен сипатталатын Ақдала және Арыс бұлақтары ерекше қызығушылық тудырады.

Бұл зерттеудің мақсаты - Ақдала мен Арыс термалды суларының элементтік құрамын кешенді талдау және олардың биологиялық және емдік құндылығын бағалау [2].

Материалдар мен әдістер

Теориялық бөлім

Ғылыми-жұмыстың мақсаты- Ақдал және Арыс термалды суларына кешенді химиялық және гидрогеохимиялық зерттеу жүргізу арқылы олардың физика-химиялық қасиеттерін, минералдық құрамын, гидрохимиялық ерекшеліктерін және табиғи қалыптасу жағдайларын анықтау болып табылады. Зерттеу барысында термалды сулардың құрамындағы негізгі макро- және микроэлементтердің мөлшері, минералдану деңгейі, қышқылдық-сілтілік ортасы (рН), температурасы, электрөткізгіштігі және жалпы химиялық құрамы жан-жақты қарастырылады. Сонымен қатар ғылыми жұмыста термалды сулардың құрамындағы кальций, магний, натрий, калий, гидрокарбонат, сульфат, хлорид сияқты негізгі иондардың таралу ерекшеліктері анықталып, олардың геологиялық және гидрогеологиялық факторлармен байланысы зерттеледі. Термалды сулардың қалыптасуына әсер ететін табиғи процестер, жер асты суларының қозғалысы, тау жыныстарымен әрекеттесуі және температуралық режимі де

ғылыми тұрғыдан талданады. Зерттеудің маңызды бағыттарының бірі – Ақдал және Арыс термалды суларының емдік қасиеттерін бағалау. Осыған байланысты олардың құрамындағы биологиялық белсенді компоненттердің адам ағзасына әсері, бальнеологиялық маңызы және медицина саласында қолданылу мүмкіндіктері қарастырылады. Сонымен қатар термалды суларды ауыл шаруашылығында, өнеркәсіпте және тұрмыстық мақсатта тиімді пайдалану жолдарына ғылыми баға беріледі.

Зерттеудің өзектілігі термалды сулар табиғи минералды ресурстардың маңызды түрлерінің бірі болып табылады және олардың құрамы мен қасиеттерін зерттеу қазіргі гидрогеология, геохимия және экология ғылымдары үшін ерекше маңызға ие. Ақдал және Арыс термалды сулары Оңтүстік Қазақстан аймағындағы перспективалы су көздері ретінде саналады, алайда олардың толық химиялық құрамы мен гидрогеохимиялық ерекшеліктері жеткілікті деңгейде зерттелмеген. Қазіргі уақытта табиғи сулардың сапасын бағалау, олардың минералдық құрамын анықтау және адам денсаулығына әсерін зерттеу мәселелері өзекті болып отыр. Әсіресе термалды сулардың емдік қасиеттері мен бальнеологиялық мүмкіндіктерін ғылыми тұрғыдан негіздеу медицина және сауықтыру салалары үшін маңызды бағыттардың бірі болып табылады.

Осыған байланысты Ақдал және Арыс термалды суларының химиялық құрамын кешенді зерттеу олардың практикалық қолданылу аясын кеңейтуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар жер асты суларының антропогендік әсерге ұшырауы, климаттық өзгерістер және табиғи ресурстарды қарқынды пайдалану жағдайында су сапасын тұрақты бақылау қажеттілігі артып келеді. Бұл термалды сулардың экологиялық жағдайын бағалауды және олардың құрамындағы ықтимал зиянды элементтерді анықтауды өзекті етеді. Ақдал және Арыс термалды суларының геохимиялық ерекшеліктерін зерттеу аймақтың гидрогеологиялық құрылымын тереңірек түсінуге, жер асты суларының қалыптасу заңдылықтарын анықтауға және су ресурстарын тиімді басқаруға ғылыми негіз бола алады. Осы себептерге байланысты жүргізілетін зерттеу жұмысы теориялық та, практикалық та тұрғыдан жоғары өзектілікке ие [3].

Зерттеу әдістемелері сканерлеуші электронды микро талдау сияқты заманауи аналитикалық әдістер биологиялық үлгілердегі элементтер концентрациясын жоғары дәлдікпен анықтауға мүмкіндік береді. Бұл әдіс табиғи материалдардың құрылымы мен құрамын зерттеу үшін кеңінен қолданылады.

Тәжрибелік бөлім

Зерттеу М.Әуезов атындағы ОҚУ-нің ИБАСЗ зертханасында жүргізілді. Сканерлеуші электронды микроталдау үшін Жетісай өңірінен алынған топырақ үлгісі пайдаланылды.

Талдау әдіснамасына мыналар кірді:

Үлгі дайындау;

Спектрлік талдау жүргізу;

Химиялық элементтердің спектрлерін тіркеу;

Элементтердің массалық үлестерін анықтау.

Арыс және Ақдала геолокациясынан үлгі алынды, олардың нәтижелері элементтердің массалық үлестері (%) ретінде берілген.

Талдау кезінде келесі элементтер анықталды: көміртек (C), оттегі (O), натрий (Na), магний (Mg), алюминий (Al), кремний (Si), фосфор (P), күкірт (S), калий (K), кальций (Ca), темір (Fe) және титан (Ti).

Нәтижелер мен оларды талдау

Жалпы элементтік құрамы

Зерттеу нысандары екі табиғи көзден алынған термалды су үлгілері болды:

- Ақдала термалды бұлағы
- Арыс термалды бұлағы

Зерттеу М. Әуезова атындағы ОҚУнің ИБАСЗ зертханасында жүргізілді. Зерттеу әдістемесі сканерлеуші электронды микроскопта талданды.

Химиялық құрамды анықтау үшін зерттелген үлгілердегі негізгі элементтердің массалық үлесін анықтауға мүмкіндік беретін элементтік талдау әдісі қолданылды. Нәтижесінде келесі химиялық элементтер анықталды:

- С – көміртегі
- О – оттегі
- Na – натрий
- Mg – магний
- Al – алюминий
- Si – кремний
- S – күкірт
- Cl – хлор
- K – калий
- Ca – кальций
- Fe – темір

Талдау нәтижелері элементтердің массалық үлестері (%) ретінде көрсетілген.

Зерттеу нәтижелері

Ақдал термалды суының химиялық құрамы

Алынған мәліметтер 1-кестеде келтірілген, Ақдал суының негізгі компоненттері оттегі, көміртек және кальций болып табылады [4].

1-кесте – Ақдала суының элементтік құрамы

№	Элемент	Мазмұны (%)
1	C	19.37
2	O	48.46
3	Na	1.03
4	Mg	5.20
5	Al	0,80
6	Si	5.40
7	S	0,43
8	Cl	0,49
9	K	0,44
10	Ca	17.07
11	Fe	1.32

Талдау нәтижелері көрсеткендей, ең үлкен үлестер оттегі (48,46%) және көміртек (19,37%). Бұл қарқынды қосылыстар мен еріген минералдардың бар екенін көрсетеді.

Кальцийдің жоғары мөлшері (17,07%) кальций карбонаттары мен бикарбонаттарының бар екенін көрсетуі мүмкін.

Кремний (5,40%) дәнекер тінінің түзілуінде және организмдегі метаболикалық процестерде рөл атқаратын маңызды биологиялық белсенді элемент.

Арыс термалды суының химиялық құрамы

Арыс суының элементтік талдау нәтижелері 2-кестеде келтірілген.

2-кесте – Арыс суының элементтік құрамы

№	Элемент	Мазмұны (%)
1	C	19.18
2	O	46.88
3	Na	4.49
4	Mg	6.62
5	Si	1.50
6	S	3.26
7	Cl	1.28
8	K	0,23
9	Ca	15.64
10	Fe	0,93

Көрсетілген талдау нәтижесі бойынша Арыс суының құрамында оттегі мен көміртегі мөлшері басым.

Бұл Арыс термалды минералды суының ерекшеерекшелігі - мазмұныныңартуы:

- натрий (4,49%)
- магний (6,62%)
- күкірт (3,26%)

Na, Mg және S жоғары мөлшері термалды судың көпфункционалы биохимиялық белсенділігін қалыптастырады: су-тұзбалансын реттеуден айқыдық әсерге дейін (седативті, қабынуға қарсы және дерматологиялық).Бұл сульфат пен натрий тұздарының болуын көрсетеді.

Ақдала және Арыс термалды суларындағы иондарды анықтау

Элементтік талдауға сәйкес, термалды суларда судың минералды құрамын құрайтын негізгі катиондар мен аниондар 3.4-кестеде келтірілген.

3-кесте – Термалды минералды судағы негізгі катиондар [5].

Катион	Мүмкінболатын судағы формалары	Биологиялықмаңызы
Na ⁺	натрий	су-тұз балансын реттейді
Mg ²⁺	магний	Ферментативті реакцияларға қатысады
Ca ²⁺	кальций	Сүйектінінің түзілуі
K ⁺	калий	Жүйке және бұлшықет белсенділігін реттейді
Fe ²⁺ / Fe ³⁺	темір	гемоглобин синтезіне қатысады
Al ³⁺	алюминий	Іздік мөлшерде болады

4-кесте- Негізгі аниондар[6]

Анион	Мүмкін болатын формалар	анионы Сипаттамалар	Биологиялық маңызы
HCO_3^-	Гидрокар- бонаттар	Судың сілтілігін анықтайды ▪ Тұщы және жер асты суларының сипаттамасы ▪ Mg-Ca-HCO_3 типті су түзеді	▪ Қан буферлік жүйесіне қатысады ($\text{pH} \sim 7.4$) ▪ Денедегі CO_2 тасымалдануын қамтамасыз етеді ▪ Су экожүйелерінде pH тұрақтылығын сақтайды ▪ Су өсімдіктеріндегі фотосинтез үшін маңызды
SO_4^{2-}	сульфат	Гипстің, ангидриттің еруінен және сульфидтердің тотығуынан пайда болады. ▪ Жоғары концентрацияда олар іш жүргізетін әсер тудыруы мүмкін. ▪ Na-SO_4 немесе Ca-SO_4 су түрлерінің түзілуіне қатысады. ▪ Геохимиялық тотығу процестерінің индикаторы.	Сульфат ионы өмірлік маңызды қосылыстардың синтезі үшін қажет. ▪ Оламин қышқылдарының (цистеин, метионин) құрамына кіреді. ▪ Ақуыздар мен ферменттердің синтезіне қатысады. ▪ Сульфатты тотықсыздандыратын бактериялар (күкірттің биогеохимиялық циклі) пайдаланады. ▪ Жоғары концентрацияда ішек микрофлорасын әсер етуі мүмкін.
Cl^-	хлорид	Өте қозғалмалы және тұрақты анион. ▪ Теңіз, тұз және жасанды көздер мен байланысты. ▪ Жоғары мәндер ластанудың емес минералдануды көрсетеді. ▪ Na-Cl типті суды түзеді.	Денедегі негізгі электролиттердің бірі. ▪ Осмотық қысым мен су балансын сақтауға қатысады. ▪ Асқазанда тұз қышқылының (HCl) түзілуі үшін қажет. ▪ Жүйке импульстарының берілуі үшін маңызды. ▪ Жасушалардың иондық балансын реттейді.
$\text{SiO}_2 / \text{H}_2\text{SiO}_3$	Кремльдің қысқысы	Кремнийдің еріген түрлерін білдіреді. ▪ Силикат минералдарының үгілуінен пайда болады. ▪ Биологиялық процестер үшін маңызды (мысалы, өсімдіктер, диатомдар). ▪ Термиялық және жерасты суларына тән.	Тірекші, бірақ маңызды биологиялық рөл атқарады. ▪ Дене ертінінің, сүйектердің және терінің түзілуіне қатысады ▪ Коллаген синтезін ынталандырады ▪ Су экожүйелерінде диатомдар (қабық құрылысы) үшін қажет ▪ Өсімдіктердің стресске төзімділігін арттыруы мүмкін

4-кестенің жалғасы

CO_3^{2-}	карбонаттар	Жоғары pH (сілтілі орта) кезінде суда кездеседі. ▪ $\text{CO}_2\text{--H}_2\text{O}$ жүйесінің карбонаттық тепе-теңдігімен байланысты ▪ Гидрокарбонаттар мен салыстырғанда сирек кездеседі ▪ Жоғары сілтілі суларға тән	Минералдану және құрылымдық функция мен байланысты. ▪ Кейбір организмдерде сүйектінінің (CaCO_3) түзілуіне қатысады. ▪ Моллюскалар мен маржандардың қабықшаларының құрылысы үшін маңызды. ▪ Судағы карбонат-кальций тепе-теңдігін реттейді. ▪ Қоршаған ортаның сілтілігіне әсер етеді.
--------------------	-------------	---	--

Минералды судың түрі

Элементтердің құрамына сүйене отырып, аталған сулардың гидрохимиялық түрін болжауға болады.

Ақдала термалды суы

Құрамындағы келесі элементтердің жоғарылауымен сипатталады:

- Ca
- Si
- Mg

Ұсынылатын су түрі: **гидрокарбонат-кальций-магний кремнийлі термалды су**. Бұл судың негізгі ерекшеліктері:

- HCO_3^- (гидрокарбонаттар) – қышқыл-сілтілік тепе-теңдіктіреттейді
- Ca^{2+} (кальций) – сүйек пен тісүшінмаңызды
- Mg^{2+} (магний) – ферменттік және жүйке жүйесіне әсеретеді
- SiO_2 (кремний қышқылы) – тері, шаш, дәнекер тіндер үшін пайдалы

Гидрохимиялық мағынасы бойынша:

Жерасты жыныстарымен (карбонаттармен) ұзақ әрекеттесу нәтижесінде қалыптасады

- Әдетте жоғарғы немесе орта ағысқа тән
- Су биологиялық белсенді, емдік-сауықтыру қасиеті жоғары

Арыс термалды суы құрамы келесі элементтердің жоғары мазмұны ме нерекшеленеді:

- Na
- Mg
- Ca
- S
- Cl

Ұсынылатын **Арыс** су түрі: **сульфат-хлориді, кальций-натрий-магний термалды суы**. Бұл тип минерализациясы жоғарырақ, “қаттырақ” суға жатады.

Негізгі компоненттері:

- SO_4^{2-} (сульфаттар) – ас қорытуға әсер етеді, кейде ішжүргізгіш әсер береді
- Cl^- (хлоридтер) – су тұздылығын арттырады
- Na^+ (натрий) – су-тұзалмасуына әсеретеді
- Ca^{2+} , Mg^{2+} – қаттылық береді

Гидрохимиялық мағынасы:

- Терең қабаттардан немесе булану процесінен қалыптасады

- Көбіне төменгі ағысқа (мысалы, Арыс өзені аймағы)тән
- Су минералданған, кейде техникалық немесе шектеулі емдік мақсатта қолданылады

Нәтижелерді талқылау

Салыстырмалы талдау зерттелген сулар арасындағы белгілі бір айырмашылықтарды көрсетеді [7].

Ақдал суы келесі белгілермен сипатталады:

- кремний мөлшері жоғары
- кальций мөлшері жоғары
- Салыстырмалы түрде төмен натрий минералдануы

Арыс суы келесі белгілермен ерекшеленеді:

- кальций, натрий мен магний концентрация сының жоғарылауы
- Күкірттің айтарлық тай мөлшері
- Хлоридтердің жоғары деңгейі

Кальций мен магнийдің жоғары мөлшері метаболизмге және сүйектен саулығына оң әсері туі мүмкін. Натрий ағзаның су мен тұз балансын реттеуге көмек теседі.

Кремний терінің, шаштың және дәнекер тіндердің күйіне пайдалы әсеретеді.

Күкірттің болуы термалды судың қабынуға қарсы және антисептикалық қасиеттерін көрсетуі мүмкін.

Қорытынды

Зерттеу нәтижесінде Ақдала және Арыс термалды суларының химиялық құрамына кешенді талдау жүргізілді. Талдау нәтижесінде анықталғаны:

1. Зерттелген сулардың негізгі компоненттері - оттегі, көміртек және кальций.
2. Ақдала суы құрамында кремний мен кальцийдің жоғары мөлшері мен сипатталады.
3. Арыс суында кальций, натрий, магний және күкірт мөлшері жоғары.
4. Екі термалды судың да биологиялық және емдік құндылығынан ақтайтын маңызды макро- және микроэлементтер бар.

5. Ақдала бойынша минералды судың түрі гидрокарбонат-кальций-магний кремнийлі термалды су, ал Арыс бойынша сульфат-хлоридті, кальций-натрий-магнийлі термалды су.

Алынған нәтижелер осы көздерді одан әрі зерттеу және оларды бальнеология мен курорттық терапияда қолдану мүмкіндігін көрсетеді.

Әдебиеттер тізімі

1. Утебаев А.А. «Биогеохимия және экотоксикология»:Оқулық – Алматы, «TechSmith», 2020. – 208 с.
2. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. Изд: ЦентрЛитНефтеГаз, Москва, 2012 г., 672 с.
3. Петрова, Ю. С., Лебедева, Е. Л., Кузнецова, К. Я.Химический анализ природных и промышленных объектов: учебно-методическое пособие.Издательство Уральского университета. 2025— 116 с.
4. Научно-информационный журнал. Водное хозяйство Казахстана 2 (79) апрель - июнь 2018г. Астана –стр 56.
5. Gordana Bothe, Aljaz Coh, Annegret Auinger. Efficacy and safety of a natural mineral water rich in magnesium and sulphate for bowel function: a double-blind, randomized, placebo-controlled study // European Journal of Nutrition. — Springer Nature, 2017. — March (vol. 56, iss. 2). — P. 491—499. — ISSN 1436-6215. — doi:10.1007/s00394-015-1094-8.
6. Ragnar Rylander and Maurice J. Arnaud (2004) found that mineral water intake reduces blood pressure in subjects with low urinary magnesium and calcium levels, published in BMC Public

Health. 2004. — 30 November (vol. 56, iss. 4). — ISSN 1471-2458. — doi:10.1186/1471-2458-4-56.

7. Химия окружающей среды: учебно-методическое пособие/ сост.: А.Б. Дягилева, А.В. Лоренцсон, Ю.М. Чернобережский, Ю.Л. Морева/ ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб., 2017. - 62 с.

Алғыс

Авторлар қолжазбадағы барлық ақпарат үшін, соның ішінде плагиаттың болмауы, дәйексөздің дәлдігі және жасанды интеллект жасаған жалған фактілердің болмауы үшін жауап береді.

References

1. Utebaev A.A. «Biogeoхимия және ekotoksikologia»:Oqulyq – Almaty, «TechSmith», 2020. – 208 s.
2. Krainov S.R., Ryjenko B.N., Şves V.M Geoхимия podzemnyh vod. Teoreticheskie, prikladnye i ekologicheskie aspekty. İzd: SentrLitNefteGaz, Moskva, 2012 g., 672 s.
3. Petrova, İ. S., Lebedeva, E. L., Kuznesova, K. İa.Himicheski analiz prirodnyh i promyshlennyh obektov: uchebno-metodicheskoe posobie.İzdatelstvo Urälskogo universiteta. 2025— 116 s. ISBN: 978-5-7996-3960-0. URI: <http://elar.urfu.ru/handle/10995/142624>
4. Nauchno-informasionnyi jurnal. Vodnoe hozäistvo Kazahstana 2 (79) aprel - iün 2018g. Astana –str 56.
5. Gordana Bothe, Aljaz Coh, Annegret Auinger. Efficacy and safety of a natural mineral water rich in magnesium and sulphate for bowel function: a double-blind, randomized, placebo-controlled study // European Journal of Nutrition. — Springer Nature, 2017. — March (vol. 56, iss. 2). — P. 491—499. — ISSN 1436-6215. — doi:10.1007/s00394-015-1094-8.
6. Ragnar Rylander and Maurice J. Arnaud (2004) found that mineral water intake reduces blood pressure in subjects with low urinary magnesium and calcium levels, published in BMC Public Health. 2004. — 30 November (vol. 56, iss. 4). — ISSN 1471-2458. — doi:10.1186/1471-2458-4-56.
7. Himia okrujaiuşei sredy: uchebno-metodicheskoe posobie/ sost.: A.B. Dägileva, A.V. Lorensson, İ.М. Chernoberejski, İ.Л. Moreva/ VŞTE SPbGUPTD. - SPb., 2017. - 62 s.

Ж.К. Бахов*

*д.т.н., профессор, zhbakhov@mail.ru, КазАТУ им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

КОМПЛЕКСНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД АҚДАЛА И АРЫС

Аннотация

Представленные в статье материалы являются результатами комплексного химического анализа термальных минеральных вод местности Акдала и Арыс. С помощью элементного и ионного анализа было определено массовое содержание основных химических элементов в полученных в результате исследования термальных минеральных водах. Установлено, что доминирующими элементами в этих термальных минеральных водах являются кислород, углерод и кальций. Ионный ряд показывает значительное количество карбонатных соединений и растворенных минеральных солей. Кроме того, были идентифицированы макро- и микроэлементы (Na, Mg, Si, S, Cl, K и Fe), определяющие воздействие этих термальных вод на физиологию человека и их целебные свойства. Проведен сравнительный анализ химического состава источников термальных вод Акдала и Арыс. Показано, что термальная вода из местности Арыс имеет высокое содержание натрия, магния и серы, в то время как вода из местности Акдала имеет высокое содержание кремния и кальция. На основании результатов научных исследований можно указать на бальнеологию, медицину и лечебные процедуры как на возможности использования этих термальных вод.

Ключевые слова: Акдала, термальные воды, химический состав, элементный анализ, ионный состав, минеральные воды.

Zh.K. Bakhov*

*Doctor of Technical Sciences, Professor, zhbakhov@mail.ru, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan

COMPLEX CHEMICAL ANALYSIS OF AKDALA AND ARYS THERMAL WATERS

Abstract

The materials presented in this article are the results of a comprehensive chemical analysis of thermal mineral waters from the Akdala and Arys areas. Elemental and ionic analysis were used to determine the mass content of the main chemical elements in the thermal mineral waters obtained during the study. The dominant elements in these thermal mineral waters were found to be oxygen, carbon, and calcium. The ionic series revealed a significant amount of carbonate compounds and dissolved mineral salts. Furthermore, macro- and microelements (Na, Mg, Si, S, Cl, K, and Fe) were identified, which determine the effects of these thermal waters on human physiology and their healing properties. A comparative analysis of the chemical composition of the Akdala and Arys thermal water sources was conducted. It was shown that thermal water from the Arys area has a high content of sodium, magnesium, and sulfur, while water from the Akdala area has a high content of silicon and calcium. Based on the results of scientific research, balneology, medicine and therapeutic procedures can be pointed out as possibilities for using these thermal waters.

Keywords: Akdala, thermal water, chemical composition, elemental analysis, ionic composition, mineral waters.